

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**EVALUACIÓN ESTRUCTURAL SISMORRESISTENTE DEL BLOQUE C
DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA EMBLEMÁTICA JAÉN DE
BRACAMOROS EMPLEANDO LA NORMA TÉCNICA E.030, JAÉN - 2021**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
CIVIL**

Autores : Bach. Alexander Barboza Altamirano

: Bach. Alex Junior Cardozo Mendoza

Asesor : Mg. Ing. José Luis Piedra Tineo

JAÉN - PERÚ, OCTUBRE, 2022



Alexander Barboza Altamirano
DNI: 74054227
Autor



Alex Junior Cardozo Mendoza
DNI: 73108883
Autor



Ing. Mg. José Luis Piedra Tineo
DNI: 45376157
Asesor



FORMATO 03: ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Jaén, el día 15 de noviembre del año 2022, siendo las 11:30 horas, se reunieron de manera presencial los integrantes del Jurado:

Presidente : Dra. Zadith Nancy Garrido Campaña.

Secretario : Dr. Christiaan Zayed Apaza Panca.

Vocal : Mg. Walter Linder Cabrera Torres

Para evaluar la Sustentación del **Informe Final** de:

- () Trabajo de Investigación
(**X**) Tesis
() Trabajo de Suficiencia Profesional

Titulado: ***“EVALUACIÓN ESTRUCTURAL SISMORRESISTENTE DEL BLOQUE C DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA EMBLEMÁTICA JAÉN DE BRACAMOROS EMPLEANDO LA NORMA TÉCNICA E.030, JAÉN - 2021”***, presentado por los bachilleres **Alexander Barboza Altamirano** y **Alex Junior Cardozo Mendoza**, de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Jaén.

Después de la sustentación y defensa, el Jurado acuerda:

(**X**) **Aprobar** () Desaprobar (**X**) **Unanimidad** () Mayoría

Con la siguiente mención:

- | | | |
|----------------|------------|--------|
| a) Excelente | 18, 19, 20 | () |
| b) Muy bueno | 16, 17 | () |
| c) Bueno | 14, 15 | (15) |
| d) Regular | 13 | () |
| e) Desaprobado | 12 ó menos | () |

Siendo las 12:10 horas del mismo día, el Jurado concluye el acto de sustentación confirmando su participación con la suscripción de la presente.

Dra. Zadith Nancy Garrido Campaña
Presidente

Dr. Christiaan Zayed Apaza Panca
Secretario

Mg. Walter Linder Cabrera Torres
Vocal

ÍNDICE

RESUMEN	10
ABSTRACT.....	11
I. INTRODUCCIÓN.....	12
1.1. Problema.....	12
1.2. Formulación de Problema	13
1.3. Justificación.....	13
1.4. Hipótesis.....	14
1.5. Antecedentes	14
1.5.1. A Nivel Internacional	14
1.5.2. A Nivel Nacional.....	16
1.5.3. A Nivel Regional.....	19
1.5.4. A Nivel Local	21
1.6. Base Teórica.....	23
1.6.1. Debilidades Estructurales y Consecuencias de los Terremotos.....	23
1.6.2. Sismo	24
1.6.3. Criterios de Estructuración y Diseño.....	24
1.6.4. Predimensionamiento	24
1.6.5. Ductilidad	25
1.6.6. Cinturón de Fuego del Pacífico	25
1.6.7. ¿Cómo Afecta un Sismo a una Edificación?	25
1.6.8. Fallas Estructurales en el Terremoto de 2016 Tabuga - Ecuador.....	26
1.6.9. Error Constructivo de Piso Suave o Blando	26
1.6.10. Reforzamiento Estructural.....	27
1.6.11. Estructura Sismorresistente	28
1.6.12. Brazo Rígido.....	28
1.6.13. Categoría de las Edificaciones y Factor de Uso	29
1.6.14. Zonas Sísmicas – Norma Técnica E.030.....	30
1.6.15. Análisis Estático o de Fuerzas Equivalentes	30
1.6.16. Análisis Sísmico Dinámico	31
1.6.17. Análisis Dinámico Modal Espectral	31



Alexander Barboza Altamirano
DNI: 74054227
Autor



Alex Junior Cardozo Mendoza
DNI: 73108883
Autor



Ing. Mg. José Luis Piedra Tineo
DNI: 45376157
Asesor

1.6.18.	Rigidez Estructural	31
1.6.19.	Periodo.....	32
1.6.20.	Interacción Suelo Estructura.....	32
1.6.21.	Etabs	32
II.	OBJETIVOS.....	33
2.1.	Objetivo General	33
2.2.	Objetivos Específicos.....	33
III.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	33
3.1.	Descripción del Bloque C	33
3.1.1.	Sistema Estructural	33
3.1.2.	Hormigón Armado.....	34
3.1.3.	Acero de Refuerzo	35
3.2.	Ubicación Geográfica.....	35
3.3.	Población.....	36
3.4.	Muestra.....	36
3.5.	Muestreo.....	36
3.6.	Fuentes de Información.....	36
3.6.1.	Primarias.....	36
3.7.	Métodos.....	37
3.7.1.	Métodos: Inductivo.....	37
3.8.	Tipos de Investigación	37
3.8.1.	Según su Finalidad	37
3.8.2.	Según su Alcance.....	37
3.8.3.	Según su Diseño	37
3.8.4.	Según su Enfoque	37
3.9.	Técnicas.....	38
3.10.	Procedimiento.....	39
IV.	RESULTADOS	40
4.1.	Modelación del Bloque C en el Software Etabs.....	40
4.1.1.	Consideraciones Generales de Carga	40
4.1.1.1.	Estados de Carga en el Software Etabs.	40



Alexander Barboza Altamirano
DNI: 74054227
Autor



Alex Junior Cardozo Mendoza
DNI: 73108883
Autor



Ing. Mg. José Luis Piedra Tineo
DNI: 45376157
Asesor

4.1.1.2.	Combinaciones de Carga	40
4.1.1.3.	Solicitaciones.....	41
4.1.1.3.1.	Cargas Permanentes.....	41
4.1.1.3.2.	Sobrecarga de Uso.....	41
4.1.2.	Parámetros Sísmicos del Bloque C Según la NTE E.030.....	42
4.1.2.1.	Factor de Zona (Z).....	42
4.1.2.2.	Parámetros de sitio (S, TP y TL).....	43
4.1.2.3.	Factor de Amplificación Sísmica (C).....	44
4.1.2.4.	Categoría de la Edificación y Factor de Uso.....	45
4.1.2.5.	Coefficiente Básico de Reducción de las Fuerzas Sísmicas (Ro).....	45
4.1.2.6.	Factores de Irregularidad (Ia, Ip).....	46
4.1.2.6.1.	Irregularidades Estructurales en Altura (Ia).....	46
4.1.2.6.2.	Irregularidades Estructurales en Planta (Ip).....	51
4.1.2.7.	Regularidad Estructural.....	56
4.1.2.8.	Coefficiente de Reducción de las Fuerzas Sísmicas (R).....	56
4.1.2.9.	Estimación del Peso (P).....	57
4.1.2.10.	Resumen de Parámetros Sísmicos.....	58
4.1.3.	Modelo 3D en el Software Etabs.....	59
4.2.	Análisis Estático o de Fuerzas Estáticas Equivalentes.....	60
4.2.1.	Fuerza Cortante en la Base.....	60
4.2.2.	Distribución de la Fuerza Sísmica en Altura.....	63
4.3.	Análisis Dinámico Modal Espectral.....	65
4.3.1.	Modos de Vibración.....	65
4.3.2.	Aceleración Espectral.....	66
4.3.3.	Fuerza Cortante Mínima.....	71
4.4.	Contraste de los Resultados con la NTE E.030.....	72
4.4.1.	Desplazamientos Relativos de Entrepiso.....	72
4.4.2.	Verificación del Sistema Estructural.....	73
4.4.2.1.	Dirección X: Sistema de Pórticos.....	73
4.4.2.2.	Dirección Y: Sistema Dual.....	73
V.	DISCUSIÓN.....	74



Alexander Barboza Altamirano
DNI: 74054227
Autor



Alex Junior Cardozo Mendoza
DNI: 73108883
Autor



Ing. Mg. José Luis Piedra Tineo
DNI: 45376157
Asesor

VI.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	80
6.1.	Conclusiones	80
6.2.	Recomendaciones.....	82
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	84
	AGRADECIMIENTOS	91
	DEDICATORIA	92
	ANEXOS.....	93



Alexander Barboza Altamirano
DNI: 74054227
Autor



Alex Junior Cardozo Mendoza
DNI: 73108883
Autor



Ing. Mg. José Luis Piedra Tineo
DNI: 45376157
Asesor

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Categoría de las Edificaciones y Factor “U”	29
Tabla 3 Propiedades del Hormigón Armado.....	35
Tabla 4 Propiedades del Acero de Refuerzo.....	35
Tabla 5 Factores de Zona “Z”	42
Tabla 6 Factor de Suelo “S”.....	43
Tabla 7 Periodos “T_P” y “T_L”.....	43
Tabla 7 Irregularidad de Rigidez – Piso Blando en la Dirección X.....	46
Tabla 10 Irregularidad de Rigidez – Piso Blando en la Dirección Y.....	47
Tabla 11 Irregularidad Extrema de Rigidez – Piso Blando en la Dirección X	48
Tabla 12 Irregularidad Extrema de Rigidez – Piso Blando en la Dirección Y	48
Tabla 13 Irregularidad de Masa o Peso.....	49
Tabla 14 Irregularidad Geométrica Vertical en la dirección X.....	50
Tabla 15 Irregularidad Geométrica Vertical en la dirección Y.....	50
Tabla 16 Irregularidad Torsional en la Dirección X	52
Tabla 17 Irregularidad Torsional en la Dirección Y	53
Tabla 18 Irregularidad Torsional Extrema en la Dirección X	54
Tabla 19 Irregularidad Torsional Extrema en la Dirección Y	54
Tabla 20 Peso del Bloque C Elaborado en Etabs.....	57
Tabla 21 Parámetros Sísmicos Empleados	58
Tabla 22 Distribución de la Fuerza Sísmica en Altura para la Dirección X.....	64
Tabla 23 Distribución de la Fuerza Sísmica en Altura para la Dirección Y	64
Tabla 24 Modos de Vibración.....	65



Alexander Barboza Altamirano
DNI: 74054227
Autor



Alex Junior Cardozo Mendoza
DNI: 73108883
Autor



Ing. Mg. José Luis Piedra Tineo
DNI: 45376157
Asesor

Tabla 25 Participación Modal	66
Tabla 26 Aceleración Espectral para las Direcciones X, Y e Z.....	67
Tabla 27 Fuerza Cortante Mínima	71
Tabla 28 Distorsión Relativa de Entrepiso en la Dirección X.....	72
Tabla 29 Distorsión Relativa de Entrepiso en la Dirección Y	72
Tabla 30 Verificación de Sistema de Pórticos	73
Tabla 31 Verificación de Sistema Dual	73



Alexander Barboza Altamirano
DNI: 74054227
Autor



Alex Junior Cardozo Mendoza
DNI: 73108883
Autor



Ing. Mg. José Luis Piedra Tineo
DNI: 45376157
Asesor

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Zonas Sísmicas	30
Figura 2 Vista Frontal del Sistema Estructural	34
Figura 3 Diagrama de Flujo	39
Figura 4 Modelación del Bloque C en el Software Etabs	59
Figura 5 Asignación del Coeficiente Basal en la Dirección X al Software Etabs	61
Figura 6 Asignación del Coeficiente Basal en la Dirección Y al Software Etabs	62
Figura 7 Espectro de Respuesta en la Dirección X	69
Figura 8 Espectro de Respuesta en la Dirección Y	69
Figura 9 Espectro de Respuesta en la Dirección Z para (X)	70
Figura 10 Espectro de Respuesta en la Dirección Z para (Y)	70
Figura 12 Definición de Grillas	94
Figura 13 Definición de Story	95
Figura 14 Definición de Materiales	96
Figura 15 Definición de Secciones de Viga	97
Figura 16 Propiedades de las Columnas con Sección Cuadrada	98
Figura 17 Propiedades de las Vigas Peraltadas	99
Figura 18 Propiedades de las Columnas con Sección en L	100
Figura 19 Propiedades de las Columnas con Sección en T	101
Figura 20 Definición de Secciones de Losa	102
Figura 21 Definición de Losa de 0.25 m	103
Figura 22 Definición de Secciones de Pared	104
Figura 23 Definición de Placa de 0.15 m	104



Alexander Barboza Altamirano
DNI: 74054227
Autor



Alex Junior Cardozo Mendoza
DNI: 73108883
Autor



Ing. Mg. José Luis Piedra Tineo
DNI: 45376157
Asesor

Figura 24 Combinaciones de Carga.....	105
Figura 25 Combinación de Carga “Deriva”.....	105
Figura 26 Combinación de Carga “Envolvente”	106
Figura 27 Casos de Carga	107
Figura 28 Caso de Carga Dinámica que Usa el Espectro de Diseño	108
Figura 29 Asignación de Modos de Vibración	109
Figura 30 Definición de Patrones de Carga.....	110
Figura 31 Peso de la Estructura	110
Figura 32 Definición de Funciones del Espectro de Respuesta.....	111
Figura 33 Espectro de Diseño para X.....	112
Figura 34 Espectro de Diseño para Y	113
Figura 35 Vista Frontal del Bloque C - Tomado Desde la Base.....	115
Figura 36 Vista Frontal del Bloque C – Tomado Desde la Cúspide.....	115
Figura 37 Verificación de Junta de Dilatación entre Bloque C y Bloque C1	116
Figura 38 Toma de Medida de la Columna	116
Figura 39 Verificación de Columnas Posteriores con T y L.....	117
Figura 40 Verificación de Columnas y Tabiquería.....	117
Figura 41 Verificación de Junta de Dilatación	118
Figura 42 Toma de Medida de Longitud Total del Bloque	118
Figura 43 Toma de Medida de Elementos Estructurales en el Interior de las Aulas.....	119
Figura 44 Pasadizo del Bloque C.....	119



Alexander Barboza Altamirano
DNI: 74054227
Autor



Alex Junior Cardozo Mendoza
DNI: 73108883
Autor



Ing. Mg. José Luis Piedra Tineo
DNI: 45376157
Asesor

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar el bloque C, esto debido a que la estructura se encuentra ubicada en la zona 2 según la NTE E.030, que comprende un terreno donde la fuerza sísmica está clasificada de magnitud moderada e intermedia. Al realizar una evaluación estructural el bloque C cumplirá con los requisitos de la norma NTE E.030. El método usado es el inductivo, por el uso de pasos particulares; para posteriormente obtener la conclusión general si la estructura esta apta ante un evento sísmico. Como resultado se obtuvo que el bloque C posee un sistema estructural de pórticos en la dirección X y un sistema dual en la dirección Y, no es irregular en ninguna dirección, además tiene un buen rango de periodo de 0.436 segundos, las derivas en las dos direcciones X e Y son menores al valor máximo estipulado en la norma y la fuerza cortante mínima solamente cumple en la dirección X. Finalmente, se concluye que el bloque C está apto para un evento sísmico, soportando movimientos moderados del suelo.

PALABRAS CLAVE: evaluación estructural, sismorresistente, estructuras, análisis estático, análisis dinámico.



Alexander Barboza Altamirano
DNI: 74054227
Autor



Alex Junior Cardozo Mendoza
DNI: 73108883
Autor



Ing. Mg. José Luis Piedra Tineo
DNI: 45376157
Asesor

ABSTRACT

The objective of this investigation was to evaluate block C, due to the fact that the structure is located in zone 2 according to NTE E.030, which includes a terrain where the seismic force is classified as moderate and intermediate magnitude. When carrying out a structural evaluation, block C would meet the requirements of the NTE E.030 standard. The method used is the inductive one, by the use of particular steps; to later obtain the general conclusion if the structure is suitable for a seismic event. As a result, it was obtained that block C has a structural system of frames in the X direction and a dual system in the Y direction, it is not irregular in any direction, it also has a good period range of 0.436 seconds, the drifts in the two X and Y directions are less than the maximum value stipulated in the standard and the minimum shear force is only met in the X direction. Finally, it is concluded that block C is suitable for a seismic event, withstanding moderate ground movements.

KEY WORDS: structural evaluation, seismic resistance, structures, static analysis, dynamic analysis.



Alexander Barboza Altamirano
DNI: 74054227
Autor



Alex Junior Cardozo Mendoza
DNI: 73108883
Autor



Ing. Mg. José Luis Piedra Tineo
DNI: 45376157
Asesor

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Problema

A nivel internacional los sismos son causados por la fricción de las placas tectónicas, además esto provoca otros detalles tectónicos conocidos en los bordes de estas placas y depende mucho del tipo de límite entre placas. La ubicación de los terremotos, ha otorgado a la humanidad a tener un panorama mundial de las zonas donde se da la actividad sísmica (Ramos, 2017).

Geográficamente el Perú está situado en la zona denominada Cinturón de Fuego; de modo que, es razonable alegar que el Perú posee un alto grado de actividad sísmica. El presidente ejecutivo del Instituto Geofísico del Perú, Hernando Tavera menciona que en esta zona se registra aproximadamente el 90 por ciento de la actividad sísmica mundial.

El departamento de Cajamarca se ubica en la zona 2 según la norma técnica de edificaciones E.030 (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2019); asimismo esta zona comprende el terreno donde la fuerza sísmica está clasificada de magnitud moderada e intermedia.

La institución educativa Jaén de Bracamoros está ubicada en la provincia de Jaén, departamento de Cajamarca; y es considerada por la norma técnica de edificaciones E.030 como una edificación esencial, esto implica tener un funcionamiento durante una emergencia generado por un eventual sismo de gran magnitud.

A causa de la visita in situ a la estructura del bloque C; se presenciaron diversos detalles de dicho bloque tales como fisuras en las uniones de vigas principales, columnas y vigas secundarias; sección irregular y variación en los elementos estructurales como columnas y vigas. Asimismo, la elaboración del expediente técnico data del año 2011 hasta 2013 incluido el levantamiento de observaciones y aprobación, años en que la norma técnica de edificaciones E.030 vigente era del



Alexander Barboza Altamirano
DNI: 74054227
Autor



Alex Junior Cardozo Mendoza
DNI: 73108883
Autor



Ing. Mg. José Luis Piedra Tineo
DNI: 45376157
Asesor

2003; teniendo en cuenta las actualizaciones de la norma entre los años 2016 y 2018, surge la necesidad de realizar una evaluación estructural del bloque C y contrastar si cumple con la actualización de la norma; y de esta manera garantizar el cumplimiento del principio de la filosofía sismorresistente, que es minimizar los daños a la propiedad.

Los efectos generados ante cualquier evento sísmico futuro; el bloque C posiblemente no tendría una adecuada respuesta estructural, lo que conllevaría a que los elementos estructurales se vieran seriamente afectados, resultando inhabitable la estructura; generando de esta manera, daños materiales e incluso la pérdida de vidas humanas. Consecuentemente no se estaría respetando el principio de la filosofía sismorresistente que es la de “Evitar la Pérdida de vidas humanas” y “Minimizar los daños a la propiedad”.

1.2. Formulación de Problema

¿Qué resultados otorga la evaluación estructural sismorresistente del bloque C de la institución educativa emblemática Jaén de Bracamoros empleando la norma técnica E.030, Jaén - 2021?

1.3. Justificación

La necesidad de llevar a cabo una evaluación estructural sismorresistente surge porque la norma técnica de edificaciones E.030 ha sufrido dos actualizaciones, una del 2016 y otra del 2018, por lo tanto, es fundamental realizar el estudio propuesto para la corroboración si la estructura perteneciente a la institución educativa Jaén de Bracamoros se mantiene segura ante un suceso de sismo; o caso contrario, se determinará las deficiencias que tendría la estructura de dicha institución.



Alexander Barboza Altamirano
DNI: 74054227
Autor



Alex Junior Cardozo Mendoza
DNI: 73108883
Autor



Ing. Mg. José Luis Piedra Tineo
DNI: 45376157
Asesor

Más se conoce que cuando se construyó dicha institución educativa hasta la actualidad no existe un estudio similar al bloque C. Asimismo, en función a los resultados obtenidos, se podrán plantear medidas de contingencia, con la finalidad de fortalecer su capacidad de respuesta de la estructura ante los sismos.

A las instituciones educativas concurren una gran cantidad de estudiantes, profesores y personal administrativo que permanecen durante el día y gran parte del año escolar. Debido a su uso e importancia, la estructura tiene que garantizar una respuesta óptima frente a un eventual sismo; con la evaluación estructural a uno de los bloques, nos permitirá tener un panorama de la situación de los demás bloques que conforman a la institución educativa emblemática Jaén de Bracamoros.

1.4. Hipótesis

Los resultados de la evaluación estructural sismorresistente del bloque C de la institución educativa emblemática Jaén de Bracamoros, cumplirá con la norma técnica E.030.

1.5. Antecedentes

1.5.1. A Nivel Internacional

Razo (2019) en su tesis “Evaluación integral de la seguridad estructural de edificaciones existentes dañadas por sismos de gran magnitud”, tiene como objetivo realizar una propuesta de metodología para realizar la evaluación integral de la seguridad estructural de edificaciones de concreto reforzado existentes afectadas por sismos con base en trabajos de campo y de gabinete. Es una investigación descriptiva y básica, su metodología es realizar una evaluación general de la estructura, luego se debe realizar pruebas para determinar propiedades mecánicas de los materiales (destructivas, no destructivas y pruebas adicionales), también se debe realizar estudios



Alexander Barboza Altamirano
DNI: 74054227
Autor



Alex Junior Cardozo Mendoza
DNI: 73108883
Autor



Ing. Mg. José Luis Piedra Tineo
DNI: 45376157
Asesor

topográficos, geotécnicos y dinámicos, posteriormente realizar la modelación estructural, calibración del modelo, análisis estructural y finalmente revisión de estados límite. Como resultado se obtuvo un modelo eficiente donde el evaluador tiene que recabar la información correspondiente a las propiedades y condiciones estructurales de la edificación. (pp. 3, 128)

Valencia (2019) en su trabajo de grado de especialización “Evaluación del comportamiento estructural de un edificio dañado y rehabilitado tras el sismo del 19 de septiembre de 2017”, tiene como objetivo realizar la evaluación estructural del edificio GM01008 para intentar calcular su comportamiento ante el sismo de septiembre de 2017 y predecir su posible respuesta ante eventos futuros. Es una investigación descriptiva y básica, su metodología es realizar estudios de regularidad, realizar estudios de índices de vulnerabilidad y evaluar el nivel de desempeño sísmico. Los resultados fue que la estructura rehabilitada incrementó su capacidad, pero fue insuficiente para cumplir con las Normas Técnicas Complementarias para Diseño por Sismo para la ciudad de México de 2017. (pp. 4, 9, 140)

Velasco (2018) en su trabajo de grado de especialización “Evaluación del comportamiento sísmico en estructuras con irregularidad en planta y elevación”, tiene como objetivo evaluar el comportamiento que tienen las estructuras irregulares ante la acción sísmica en base al Reglamento de Construcciones de la Ciudad de México y sus Normas Técnicas Complementarias (NTC) actualizadas el 15 de diciembre de 2017. Es una investigación descriptiva y básica, su metodología es modelar la estructura irregular en planta y elevación; en base a los parámetros y criterios de las normas. Como resultado se obtuvo que las derivas de entrepiso cumplen con los límites que establece las NTC y para el estado límite de colapso las derivas máximas de igual manera cumplen la condición. Como aporte tenemos que los métodos no lineales son más precisos que el método modal espectral. (pp. 6, 51-53)



Alexander Barboza Altamirano
DNI: 74054227
Autor



Alex Junior Cardozo Mendoza
DNI: 73108883
Autor



Ing. Mg. José Luis Piedra Tineo
DNI: 45376157
Asesor

Hernández (2017) en su tesina “Revisión del comportamiento sísmico de un edificio compuesto de 4 niveles para aulas”, tiene como objetivo realizar un examen del rendimiento estructural del inmueble, de las partes estructurales y el rendimiento total del inmueble. Es una investigación descriptiva y básica, su metodología fue realizar un análisis previo en base a normativa, modelar la edificación, realizar una inspección de las partes estructurales y finalmente analizar y revisar los resultados obtenidos para sugerir soluciones. Como resultado la edificación presenta un comportamiento agradable ante el sismo. Un aporte a nuestra investigación es que en el análisis modal de la estructura se emplee un amortiguamiento de 5%. (pp. 4-5, 60)

López (2017) en su tesis “Evaluación de seguridad estructural de un edificio escolar de concreto reforzado de cuatro niveles, diseñado y construido en los años sesenta en la zona del Pedregal de la Ciudad de México”, tiene como objetivo realizar la evaluación de seguridad estructural del edificio escolar de concreto reforzado de cuatro niveles. Es una investigación descriptiva y básica, su metodología es realizar la modelación del edificio, realizar un análisis de cargas, realizar el análisis sísmico y dinámico. Como resultados se obtuvo que las distorsiones de entrepiso superan los valores admisibles establecidos por las Normas Técnicas Complementarias para Diseño por Sismo y la estructura no cumple con los Estados Límite de Servicio ni con los Estados Límite de Falla. (pp. 7, 95)

1.5.2. A Nivel Nacional

Flores & Puma (2021) en su tesis “Evaluación estructural sísmica del pabellón “A” de la institución educativa Parroquial San Martín de Porres, Tacna 2021”, tiene como objetivo evaluar el comportamiento estructural sísmico del pabellón “A” de la institución educativa Parroquial San Martín de Porres, según la norma E.030, en Tacna 2021. Es una investigación descriptiva y básica, su metodología consistió en realizar una visita in situ y una evaluación de la estructura, luego se



Alexander Barboza Altamirano
DNI: 74054227
Autor



Alex Junior Cardozo Mendoza
DNI: 73108883
Autor



Ing. Mg. José Luis Piedra Tineo
DNI: 45376157
Asesor

realizó el ensayo de esclerometría en los distintos elementos estructurales; posteriormente se realizó el modelado en software Etabs. Los resultados que se obtuvo del ensayo de esclerómetro fue un $f'c = 158.19 \text{ kgf/cm}^2$ y del software se obtuvo que la institución presenta un comportamiento estructural sísmico deficiente de acuerdo a la norma técnica E.030 ya que las derivas superan el límite permisible. (pp. 14, 63-66)

Yanqui & Paniagua (2020) en su tesis “Evaluación estructural sísmico del pabellón “C” del C.E.I. 225 Niños Héroes, Tacna 2020”, tiene como objetivo es estudiar el desempeño del inmueble ante un sismo. Es una investigación descriptiva y básica, su metodología consistió en realizar un análisis y evaluación de la estructura, realizar el ensayo de esclerómetro en los distintos elementos estructurales y realizar el modelado en el software Etabs. Como resultado se encontró deficiente a la estructura arrojando un promedio de $f'c = 175 \text{ kgf/cm}^2$ del ensayo mencionado, y de acuerdo al software el desplazamiento horizontal en el eje X es 0.008382, sobrepasando a lo estipulado de 0.007 en la norma E.030. Como aporte a nuestra investigación obtenemos que la baja calidad de material influye en la inercia de los elementos estructurales. (pp. 12, 56-61)

Díaz & Díaz (2020) en su tesis “Evaluación de desempeño sísmico del hospital Regional de Lambayeque, ubicado en la provincia de Chiclayo, departamento Lambayeque”, tiene como objetivo verificar si el bloque C del Hospital Regional de Lambayeque cumple con el nivel de desempeño sísmico requerido para una edificación esencial. Es una investigación descriptiva y básica, su metodología consistió en realizar un modelamiento de la estructura en el software Etabs 2017, realizar un análisis estático no lineal (Pushover). Como resultados se obtuvo que la estructura del Bloque C no cumple con los objetivos de desempeño establecidos para una edificación esencial, por lo tanto, no garantiza el adecuado funcionamiento de la edificación ante la acción de un evento sísmico. (pp. 7, 81-83)



Alexander Barboza Altamirano
DNI: 74054227
Autor



Alex Junior Cardozo Mendoza
DNI: 73108883
Autor



Ing. Mg. José Luis Piedra Tineo
DNI: 45376157
Asesor

Mucha (2019) en su tesis “Evaluación del comportamiento sismorresistente de un centro educativo empleando la norma técnica E.030, anterior y la actual vigente”, tiene como objetivo evaluar el comportamiento sismorresistente del pabellón B del nivel secundario de la institución educativa Santa Ana. Es una investigación descriptiva y básica, su metodología consistió en realizar un modelamiento estructural con un software para análisis estructural de edificaciones, para luego comparar ambas normas con las siguientes variables: control de desplazamientos, fuerza cortante basal y fuerzas internas de los elementos estructurales (vigas, columnas, muros portantes y placas). Como resultados se obtuvo que la estructura analizada con ambas normativas no cumple con la distorsión máxima permitida, asimismo cuando se evalúa la fuerza cortante basal del módulo analizado con la norma vigente disminuye en 17% con respecto a la norma anterior y en cuanto a las fuerzas internas de los elementos estructurales se observan variaciones, también de 17% y tiene valores menores cuando se analiza la edificación con la norma actual, esto ocurre porque el análisis considera un modelo con comportamiento lineal y elástico. (pp. 20, 192)

Bravo & Montenegro (2018) en su tesis “Evaluación de desempeño sísmico de los bloques B y C del conjunto multifamiliar Colibrí ubicado en la ciudad de Chiclayo”, tiene como objetivo evaluar el desempeño sísmico de los bloques B y C del conjunto multifamiliar Colibrí ubicado en la ciudad de Chiclayo. Es una investigación descriptiva y básica, consistió en emplear como guías metodológicas los documentos ATC-40 y FEMA-356; luego se realizó el análisis estático no lineal “Pushover” de los bloques B y C de la edificación en mención. Como resultados se obtuvo que no cumple con los límites de deriva establecidos por la norma de diseño sismorresistente E.030 2016, esto se debe a la configuración estructural que origina irregularidad torsional; además existe variación entre los parámetros sísmicos en la etapa de diseño y los obtenidos durante la evaluación. (pp. 7, 196)



Alexander Barboza Altamirano
DNI: 74054227
Autor



Alex Junior Cardozo Mendoza
DNI: 73108883
Autor



Ing. Mg. José Luis Piedra Tineo
DNI: 45376157
Asesor

1.5.3. A Nivel Regional

Fustamante (2022) en su tesis “Nivel de desempeño sísmico de una edificación de 11 pisos en la provincia de Chota usando el método del espectro capacidad-demanda”, tiene como objetivo evaluar y determinar el nivel de desempeño sísmico de la edificación de 11 pisos ubicado en la ciudad de Chota, siguiendo la metodología de ATC-40; método del Espectro Capacidad - Demanda. Es una investigación descriptiva y básica, que sigue la metodología de ATC-40; método de espectro de Capacidad – Demanda, se ha hecho uso del software Etabs V.18.0.2. realizándose un análisis estático no lineal de tipo Pushover. Como resultado se obtuvo que en la dirección X, para un sismo de servicio la estructura se encuentra en un nivel de seguridad de vida, para sismo de diseño y sismo máximo no cumple con su objetivo, la estructura colapsa. En la dirección Y, la estructura cumple con su objetivo para sismo de servicio y sismo de diseño, pero no para un sismo máximo, en este punto la estructura colapsa. (pp. 12, 118)

Altamirano (2021) en su tesis “Desempeño sismorresistente del pabellón "D" de educación secundaria de la Institución Educativa de San Ramón - Cajamarca.”, tiene como objetivo determinar el nivel de desempeño sismorresistente del pabellón “D”, aplicando el espectro de capacidad y el desempeño sísmico. Es una investigación descriptiva y básica, su metodología fue realizar ensayos de esclerometría y realizar el modelamiento en el software SAP 2000. Como resultado se obtuvo que el comportamiento ante un evento de sismo por parte de la estructura para un sismo raro y un sismo muy raro está conforme para el rango de seguridad de vida, pero muy cercano al rango del colapso. Un aporte es que si se desea realizar el estudio dinámico de una edificación clasificada como esencial se debe usar el análisis dinámico incremental. (pp. 16,106)

Ramírez (2019) en su tesis “Evaluación del comportamiento estructural de la tribuna del estadio Víctor Montoya Segura en la ciudad de Jaén – Cajamarca - Perú”, tiene como objetivo



Alexander Barboza Altamirano
DNI: 74054227
Autor



Alex Junior Cardozo Mendoza
DNI: 73108883
Autor



Ing. Mg. José Luis Piedra Tineo
DNI: 45376157
Asesor

evaluar el comportamiento estructural de la tribuna oriente del estadio Víctor Montoya Segura de la ciudad de Jaén. Es una investigación descriptiva y básica, su metodología fue realizar un estudio de suelos mediante unas calicatas, realizar un modelamiento estructural en el software Etabs y la metodología de diseño de las normas peruanas. Como resultado del estudio de suelos se encontró suelos arcillosos de baja plasticidad, con σ_t de 0.78 kg/cm² y suelo arenoso arcilloso con σ_t de 1.41 kg/cm²; de los análisis estático y dinámico los desplazamientos laterales relativos cumplen con la norma técnica E.030; y el diseño de los elementos de concreto cumplen con la norma técnica E.060 mientras que las columnas y vigas no satisfacen las condiciones de diseño, finalmente los tijerales metálicos en la dirección YY y XX no cumplen con los criterios de diseño por tracción y compresión, mientras que las viguetas si cumplen los criterios de la norma técnica E.090. (pp. 11, 17, 151)

Cabanillas (2018) en su tesis “Comportamiento estructural del edificio de Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional de Cajamarca con diferentes tipos de arriostres, 2017”, tiene como objetivo determinar el comportamiento estructural del edificio de Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional de Cajamarca con diferentes tipos de arriostres. Es una investigación descriptiva y básica, su metodología fue realizar ensayos de esclerometría y realizar el modelamiento en el software Etabs. Como resultado se obtuvo que por una prueba de esclerometría se obtuvo un $f'c = 240\text{kg/cm}^2$ y también se determinó que todas las columnas del primer y segundo nivel del edificio sin la inclusión de arriostres están sometidos a cargas excesivas de flexo-compresión y no cumplen con las distorsiones permisibles según la norma técnica E.030 (2016). (pp. 15,111-116)

Vera (2017) en su tesis “Evaluación del comportamiento estructural de una vivienda autoconstruida el año 2012, sector camino real II, calle Tres Marías - provincia de Jaén”, tiene



Alexander Barboza Altamirano
DNI: 74054227
Autor



Alex Junior Cardozo Mendoza
DNI: 73108883
Autor



Ing. Mg. José Luis Piedra Tineo
DNI: 45376157
Asesor

como objetivo evaluar el comportamiento estructural de la vivienda autoconstruida en el año 2012. Es una investigación descriptiva y básica, su metodología fue hacer uso de la normatividad NTE E.030, NTE E0.60 y NTE E.020; de igual manera de los softwares Etabs y Safe considerando el tipo de suelo. Como resultado se obtuvo que la cortante basal estática en el eje YY cumple con la exigencia de la norma técnica E.030 pero en la dirección X-X no cumple con la exigencia; asimismo la asignación de acero no concuerda con lo establecido y calculado en esta evaluación. (pp. 8, 85)

1.5.4. A Nivel Local

Guerrero (2021) en su tesis “Evaluación estructural del bloque "B1" de la I. E. Jaén de Bracamoros de la ciudad de Jaén, 2019”, tiene como objetivo comprender el desempeño del inmueble (bloque B1). Es una investigación descriptiva y básica, la metodología fue el uso del software Etabs para obtener los patrones de vibración (periodo natural, amortiguamiento y forma modal), de igual forma encontrar la fuerza cortante basal, los desplazamientos de la estructura y fuerzas internas actuantes en las partes estructurales. Como resultado el bloque “B1” presenta un inadecuado comportamiento estructural. Un aporte a nuestra investigación es que se recomienda realizar análisis no lineales para determinar el desempeño estructural de una edificación. (pp. 12,124-125)

Pérez & Tequen (2021) en su tesis “Comparativo Estructural del Sistema Aporticado y Albañilería Confinada de un Edificio Multifamiliar, Jaén – Cajamarca”, tiene como objetivo comparar el comportamiento estructural sismorresistente del sistema Aporticado y de Albañilería Confinada de un edificio multifamiliar de 5 niveles en la ciudad de Jaén. Es una investigación descriptiva y básica, como metodología se hizo uso del software Etabs, asimismo de la normativa peruana. Como resultados se obtuvo que los desplazamientos del sistema de albañilería confinada



Alexander Barboza Altamirano
DNI: 74054227
Autor



Alex Junior Cardozo Mendoza
DNI: 73108883
Autor



Ing. Mg. José Luis Piedra Tineo
DNI: 45376157
Asesor

están más lejos de los máximos permitidos por la normatividad peruana, no sobrepasan el 20% de lo establecido; a diferencia del sistema aporticado que sus valores llegan al 50%, acercándose más a los máximos permitidos por la normativa, finalmente ambos sistemas tienen un adecuado comportamiento estructural ante un suceso sísmico. Aunque el sistema estructural aporticado es mejor debido a que este se puede mover de acuerdo a la arquitectura. (pp. 12,70-113)

Abad & Guivar (2019) en su tesis “Comportamiento Estructural Sismorresistente Mediante El Análisis Estático Aplicando La Nueva Norma E-030 - 2018 en la I. E. Sagrado Corazón, Jaén 2019”, tiene por objetivo saber el comportamiento sismorresistente en el bloque 1 del módulo 2 de la institución educativa Sagrado Corazón. Es una investigación descriptiva y básica, su metodología consiste en usar un análisis estático. Como resultados se obtuvo que con la influencia de la interacción suelo estructura los desplazamientos en X e Y aumentan y las cuantías han disminuido. Un aporte para nuestra investigación es que al emplear un diseño estático o dinámico se debe tomar aquel que genera máximas solicitaciones. (pp. 14, 108)

Carrasco & Villanueva (2019) en su tesis “Modelado estructural y diseño sísmico de una edificación de albañilería confinada de 3,4 y 5 niveles para la ciudad de Jaén”, tiene como objetivo realizar el modelado estructural y diseño sísmico de una edificación de albañilería confinada de 3, 4 y 5 niveles para la ciudad de Jaén. Es una investigación descriptiva y básica, como metodología se basó en las normas A.020, E.030, E.070, asimismo la modelación en el software Etabs y Safe para la cimentación. Como resultado se obtuvo que las derivas de entrepiso están de acuerdo a la exigencia de la norma técnica E.030 y también se obtuvo que el sismo estático es mayor que el sismo dinámico. (pp. 12, 21-97)

Ramos (2018) en su tesis “Evaluación estructural del bloque A1 de la I.E. Emblemática Jaén de Bracamoros, provincia de Jaén - Cajamarca”, tiene por objetivo estudiar la respuesta de la



Alexander Barboza Altamirano
DNI: 74054227
Autor



Alex Junior Cardozo Mendoza
DNI: 73108883
Autor



Ing. Mg. José Luis Piedra Tineo
DNI: 45376157
Asesor

estructura de dicho bloque dentro de la institución mencionada, de acorde con la normatividad técnica peruana. Es una investigación descriptiva y básica, su metodología fue aplicar el estudio estático, así como también el estudio dinámico de la estructura. Como resultado el bloque A1 se comporta adecuadamente ante el análisis sísmico y dinámico modal espectral aplicado en ambas direcciones X e Y; las características de las partes con función estructural están de acorde con la norma E.060; los muros de igual manera están de acorde con la norma E.070 pero los aceros de las partes estructurales están por encima respecto a lo estipulado por el expediente técnico. (p. 10)

1.6. Base Teórica

1.6.1. Debilidades Estructurales y Consecuencias de los Terremotos

Hoy en día nos enfrentamos a las malas prácticas constructivas, y por otro lado los profesionales se encargan de estudiar los factores que hacen peligrar a las estructuras, Morejón et al. (2017) aclara:

La posibilidad de que suceda un terremoto fuertemente devastador, trae efectos consigo para el crecimiento y desarrollo de una sociedad, por ende, la amplia comprensión de los factores peligrosos, como, movimientos telúricos, derrumbes, hundimientos, etc. nos posibilitará para que tomemos en cuenta las disposiciones convenientes para afrontar estas impetuosas manifestaciones naturales. Después de los terremotos sucedidos hemos observado una mala respuesta de las edificaciones ante estos sucesos.

Por otro lado, las personas no tienen consideraciones del peligro que implica construir en lugares inoportunos y el emplear materiales de dudosa calidad; no les interesa si la estructura tendrá un óptimo comportamiento frente a los sismos; contaminan el



Alexander Barboza Altamirano
DNI: 74054227
Autor



Alex Junior Cardozo Mendoza
DNI: 73108883
Autor



Ing. Mg. José Luis Piedra Tineo
DNI: 45376157
Asesor

medioambiente y no están preparados de cómo actuar ante evento sísmico futuro. (pp. 3-5)

1.6.2. Sismo

Un sismo es una descarga de energía dentro de la corteza terrestre, por medio de la ruptura de los estratos de la corteza y se exterioriza como movimientos ondulatorios que en algunos casos llegan a niveles de magnitudes variadas (Instituto Nacional de Defensa Civil, 2018).

1.6.3. Criterios de Estructuración y Diseño

Se debe configurar cierto modelo para obtener que este alcance ciertas cualidades o particularidades sismorresistentes. La meta de distribución de la estructura es llegar a darle el formato simple, regular y ordenado; por lo tanto, se debe prevenir las irregularidades (Aceros Arequipa, 2019).

1.6.4. Predimensionamiento

El predimensionamiento es el procedimiento o desarrollo donde se conceptúa las magnitudes preliminares de las partes estructurales de una edificación, este proceso posibilita que posteriormente estas magnitudes sean revisadas y asumidas. Que no se deje de lado la vital importancia de entender las medidas estereotipadas que se usan generalmente para proyectar una edificación de manera eficiente, refiriéndose a una losa, viga peraltada, viga chata, columna, muro de corte o una cimentación. La acción de predimensionar brinda un concepto anticipado sobre el comportamiento ideal de un elemento estructural, ello promueve la disminución de la probabilidad que se origine o genere un caso de fisuración, pandeo o de sobranse deflexión (Acero, 2020).



Alexander Barboza Altamirano
DNI: 74054227
Autor



Alex Junior Cardozo Mendoza
DNI: 73108883
Autor



Ing. Mg. José Luis Piedra Tineo
DNI: 45376157
Asesor

1.6.5. Ductilidad

Ante un evento sísmico, es importante que los elementos estructurales pertenecientes a la edificación, frente a las enormes fuerzas que tienden a desplazar la edificación, tengan un comportamiento elástico, es decir, que luego del movimiento sísmico y del balanceo estos conserven su entereza (Angulo et al., 2018).

1.6.6. Cinturón de Fuego del Pacífico

La extensión del Cinturón de Fuego es aproximadamente 40.000 kilómetros de largo, ubicada en las costas del Pacífico, donde varias placas oceánicas están deslizándose por debajo de Asia y América a medida que ambos continentes se aproximan (Flores et al., 2020).

1.6.7. ¿Cómo Afecta un Sismo a una Edificación?

La manera en que un sismo perjudica a una estructura, ocurre por la fuerza de inercia causada por el balanceo del edificio; posteriormente su gran tamaño y magnitud acelera el daño al edificio (Corporación de Industrias Plásticas S. A., 2018).

Las consecuencias generadas por los sucesos sísmicos en las edificaciones son diversas y están relacionadas con algunas características que Razo & García (2020) aclaran:

De acuerdo a la ubicación del sismo, las propiedades del suelo y la frecuencia con la que recorren las ondas sísmicas, se generan desplazamientos del suelo que son los destructores de un conjunto de estructuras. De acuerdo a datos y estudios posteriores al sismo del 19 de septiembre de 1985, gran parte de estructuras que sufrieron daños o colapsos fueron edificios altos, con periodos de vibración que superaban el segundo, además de esto el daño



Alexander Barboza Altamirano
DNI: 74054227
Autor



Alex Junior Cardozo Mendoza
DNI: 73108883
Autor



Ing. Mg. José Luis Piedra Tineo
DNI: 45376157
Asesor

se concentró en suelo arcilloso con periodos dominantes de vibración del suelo mayores a 1 segundo.

Las edificaciones sufren daños considerables debido a la amplificación de las fuerzas sísmicas; esto debido a la incidencia que tiene el efecto de resonancia en las estructuras. Asimismo, la estructuración, la configuración arquitectónica y la ubicación de las edificaciones están asociados a los factores de vulnerabilidad sísmica, además otro parámetro que ha generado comportamientos sísmicos deficientes es la irregularidad; es por ello que los reglamentos permiten diseñar, considerando valores que brinden seguridad a las edificaciones. (pp. 52,53)

1.6.8. Fallas Estructurales en el Terremoto de 2016 Tabuga - Ecuador

Generalmente las edificaciones sufrieron falla por la fuerza cortante basal en las columnas, de forma frágil sin margen de ductilidad. Se encontró también falencias entre la exigencia de la norma y lo construido. Estos detalles fueron los que causaron el colapso, específicamente lo relacionado con el refuerzo transversal de las columnas (Aguirre et al., 2018).

1.6.9. Error Constructivo de Piso Suave o Blando

En la norma técnica de edificaciones E.030 conocemos y verificamos las estructuras sobre la irregularidad de piso blando, Hernández & Tena (2017) mencionan:

Al realizar una investigación sobre el porqué se generan los pisos suaves se encontró que, al diseñar, construir y adoptar criterios equívocos, se está produciendo errores comunes ocasionando pisos vulnerables. Además, se pudo verificar que existe una mala interpretación de las actuales normas en el análisis de las estructuras. Se procedió a estudiar una estructura bajo dos criterios: el primer modelo considera muros ligados a los pórticos



Alexander Barboza Altamirano
DNI: 74054227
Autor



Alex Junior Cardozo Mendoza
DNI: 73108883
Autor



Ing. Mg. José Luis Piedra Tineo
DNI: 45376157
Asesor

(sistema dual) pero a partir del segundo nivel; el segundo modelo considera los muros desligados de los pórticos, pero adicionando la carga muerta de dichos muros.

Al momento de confrontar los periodos fundamentales de los dos modelos se advierte una divergencia, que obedece a la carga distribuida equivalente de los muros que posee el segundo modelo, sin rigidez ya que no están ligados, esto genera flexibilidad con el otro modelo con muros unidos. El periodo del modelo en que se aprecian los muros separados es 1.5 veces mayor en comparación con el que considera los muros unidos. (pp. 3,4-11)

1.6.10. Reforzamiento Estructural

Existen diversos tipos de reforzamiento estructural, para los diferentes casos de fallas estructurales, ya sea rajaduras, ampliación de secciones de los elementos estructurales, reforzamiento del concreto con mallas sintéticas, entre otros:

Ramírez et al. (2019) menciona los reforzamiento:

Se llevó a cabo un programa investigativo en cuyo desarrollo se planteó un objetivo para emplear el concreto que usamos día a día, mezclado con las fibras sintéticas. El resultado combinado mostró mejorías en todas sus características como mejor resistencia a la compresión, resistencia a la flexión y de igual manera resistencia a la tracción indirecta con respecto al concreto tradicional. Una ventaja importante es la reducir las secciones transversales y el peso de la estructura; esta característica nos permite realizar edificaciones de concreto reforzado más liviano en comparación al concreto convencional. Además, la fuerza sísmica de redujo de manera significativa.



Alexander Barboza Altamirano
DNI: 74054227
Autor



Alex Junior Cardozo Mendoza
DNI: 73108883
Autor



Ing. Mg. José Luis Piedra Tineo
DNI: 45376157
Asesor

1.6.11. Estructura Sismorresistente

Actualmente los ingenieros diseñan las estructuras con la responsabilidad sismorresistente; para lograr esto, Crisafulli (2018) explica:

En el diseño de estructuras sismorresistentes la mayor parte de las normativas exigen parámetros mínimos para garantizar el resguardo de la vida, aunque esto no domina el daño que puede generar la acción sísmica severa.

Los objetivos de diseño se resumen en: sismos de intensidad reducida: sin daños; sismos de intensidad moderada: daño limitado en los componentes estructurales; sismos severos: prevención del colapso, aunque se aceptan daños en componentes estructurales, no estructurales y contenidos. (p. 38)

1.6.12. Brazo Rígido

Cuando alguien se refiere al término brazo rígido, hace referencia a la resistencia de la unión (nodo) entre los elementos estructurales; esto quiere decir que, cuando se aplique una fuerza externa existirá una longitud mínima de los elementos estructurales que no se deforme (Palomino, 2017).



Alexander Barboza Altamirano
DNI: 74054227
Autor



Alex Junior Cardozo Mendoza
DNI: 73108883
Autor



Ing. Mg. José Luis Piedra Tineo
DNI: 45376157
Asesor

1.6.13. Categoría de las Edificaciones y Factor de Uso

Tabla 1

Categoría de las Edificaciones y Factor “U”

CATEGORÍA DE LAS EDIFICACIONES Y FACTOR “U”		
CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	FACTOR U
	A1: Establecimientos del sector salud (públicos y privados) del segundo y tercer nivel, según lo normado por el Ministerio de Salud	Ver nota 1
	A2: Edificaciones esenciales para el manejo de las emergencias, el funcionamiento del gobierno y en general aquellas edificaciones que puedan servir de refugio después de un desastre.	
A	- Establecimientos de salud fuera de la categoría A1.	
Edificaciones Esenciales	- Puertos, aeropuertos, estaciones ferroviarias de pasajeros, sistemas masivos de transporte, locales municipales, centrales de comunicaciones.	
	- Estaciones de bomberos, cuarteles de las fuerzas armadas y policía.	1.5
	- Instalaciones de generación y transformación de electricidad, reservorios y plantas de tratamiento de agua.	
	- Instituciones educativas, institutos superiores y universidades.	
	- Edificaciones cuyo colapso puede representar un riesgo adicional, tales como grandes hornos, fábricas y depósitos de materiales inflamables o tóxicos.	
	- Edificios que almacenen archivos e información esencial del Estado.	
B	Edificaciones que se reúnen gran cantidad de personas tales como cines, teatros, estadios, coliseos, centros comerciales, terminales de buses de pasajeros, establecimientos penitenciarios, o que guardan patrimonios valiosos como museos y bibliotecas (también depósitos de granos y otros almacenes importantes para el abastecimiento).	1.3
C	Edificaciones comunes como: viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, depósitos e instalaciones industriales cuya falla no acarree peligros adicionales de incendios o fugas de contaminantes.	1.0
D	Edificaciones Temporales	Ver nota 2
	Construcciones provisionales para depósitos, casetas y otras similares.	

Fuente: Norma Técnica de Edificaciones E.030 “Diseño Sismorresistente” (2018).

Nota 1: Las nuevas edificaciones de categoría A1 tienen aislamiento sísmico en la base cuando se encuentren en las zonas sísmicas 4 y 3. En las Zonas sísmicas 1 y 2, la entidad responsable puede decir si usa o no aislamiento sísmico. Si no utiliza aislamiento sísmico en las zonas sísmicas 1 y 2 el valor de U es como mínimo 1.5.

Nota 2: En estas edificaciones se provee resistencia y rigidez adecuadas para acciones laterales, a criterio del proyectista.



Alexander Barboza Altamirano
DNI: 74054227
Autor



Alex Junior Cardozo Mendoza
DNI: 73108883
Autor



Ing. Mg. José Luis Piedra Tineo
DNI: 45376157
Asesor

1.6.14. Zonas Sísmicas – Norma Técnica E.030

La extensión del Perú se ha investigado y examinado para dividirlo en cuatro zonas; para cada zona se ha destinado un factor Z. Este factor es la aceleración máxima horizontal en suelo rígido con una probabilidad de 10% de ser excedida en 50 años (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2019).

Figura 1

Zonas Sísmicas



Nota. Adaptado de *Zonas Sísmicas*, de Reglamento Nacional de Edificaciones, 2019, (<https://bit.ly/3CWb1sw>). CC

1.6.15. Análisis Estático o de Fuerzas Equivalentes

El método estático propone representar la respuesta sísmica por la aplicación de un sistema de fuerzas estáticas en función de las masas y de la aceleración de la estructura, hallar la fuerza

Alexander Barboza Altamirano
DNI: 74054227
Autor

Alex Junior Cardozo Mendoza
DNI: 73108883
Autor

Ing. Mg. José Luis Piedra Tineo
DNI: 45376157
Asesor

que, aplicada en el centro de masas de cada nivel, lograría representar el comportamiento sísmico del edificio (Pérez J. , 2021).

1.6.16. Análisis Sísmico Dinámico

El análisis dinámico comprende el análisis de las fuerzas, desplazamientos, velocidades y aceleraciones que aparecen en una estructura o mecanismo como resultado de los desplazamientos y deformaciones que aparecen en la estructura o mecanismo (Wikipedia, 2019).

1.6.17. Análisis Dinámico Modal Espectral

Un análisis modal permite el análisis dinámico de sistemas estructurales capaces de vibrar. Como resultado, se determinan valores de vibración naturales, tales como la frecuencia, deformada del modo, masa modal y coeficientes de masa modal (Dlubal Software, 2021).

1.6.18. Rigidez Estructural

Las edificaciones clasificadas de mediana a gran altura, ante un suceso sísmico de alta intensidad, pueden presentar una respuesta sísmica no lineal, esto genera daños estructurales gracias al aumento de los desplazamientos, elementos mecánicos y a las concentraciones de esfuerzos en las articulaciones plásticas. La gran parte de las edificaciones de concreto reforzado expuesto a dichos eventos sísmicos necesitan de elementos estructurales que disminuyan los desplazamientos grandes y que brinden mayor rigidez estructural, por lo anterior, es necesario emplear una composición de columnas, vigas y muros de concreto reforzado, estableciendo estructuras muy rígidas que disminuyen las deformaciones y distorsiones de entrepiso (Gallardo & Vásquez, 2018).



Alexander Barboza Altamirano
DNI: 74054227
Autor



Alex Junior Cardozo Mendoza
DNI: 73108883
Autor



Ing. Mg. José Luis Piedra Tineo
DNI: 45376157
Asesor

1.6.19. Periodo

Se conoce que el periodo de vibración de las estructuras obedece a su rigidez y masa; a mayor masa, mayor periodo, y a mayor rigidez, menor periodo. Habitualmente unos escasos modos de vibrar dominan el comportamiento estructural, de los cuales el más importante es el de periodo más largo, conocido como fundamental. De manera empírica es aproximadamente a 0.11 veces el número de niveles (Caiza et. al, 2018).

1.6.20. Interacción Suelo Estructura

La elasticidad existente entre la unión del suelo y la estructura se manifiesta en los períodos, frecuencias y formas de vibración libre de las estructuras, y también repercuten en la intensidad de la fuerza del sismo. De acuerdo a como se preveía, la consecuencia de esta elasticidad en el suelo, permitió elevar los períodos de vibración y por ende disminuir las frecuencias. Generalmente este detalle importante no se ha estudiado a profundidad, por lo que es todavía un campo abierto a la investigación (Villarreal, 2020).

1.6.21. Etabs

El software evalúa el desempeño de la edificación sometiéndola a diversas pruebas de sismo resistencia; de esta manera, identifica posibles fallas y predice el estado posterior de la estructura. La estructura debe cumplir con la exigencia de la norma técnica E.030 (Juárez, 2020).



Alexander Barboza Altamirano
DNI: 74054227
Autor



Alex Junior Cardozo Mendoza
DNI: 73108883
Autor



Ing. Mg. José Luis Piedra Tineo
DNI: 45376157
Asesor

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General

Evaluar la estructura del bloque C de la institución educativa emblemática Jaén de Bracamoros empleando la norma técnica E.030, Jaén - 2021.

2.2. Objetivos Específicos

- Modelar el bloque C en el software Etabs.
- Realizar el análisis estático y dinámico de acuerdo a la norma técnica E.030.
- Contrastar los resultados obtenidos con respecto a la norma técnica E.030.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Descripción del Bloque C

3.1.1. Sistema Estructural

El sistema de estructuración del bloque C de 3 niveles está determinado por pórticos en la dirección X y un sistema dual en la dirección Y. La altura de entre piso corresponde a 4.15 m.

A nivel de cielo de cada uno de los pisos con excepción del piso tercero, se contempla una losa aligerada, que actúa como diafragma rígido y permite distribuir las cargas verticales a los muros y columnas, para que estos las descarguen sobre las fundaciones. Además, el nivel de cubierta está constituido por una sola losa aligerada con inclinación que abarca el perímetro total de la estructura. Para el sistema de fundaciones se presenta zapatas corridas abarcando la totalidad de la planta estructural y zapatas aisladas en la zona central donde hay columnas.



Alexander Barboza Altamirano
DNI: 74054227
Autor



Alex Junior Cardozo Mendoza
DNI: 73108883
Autor



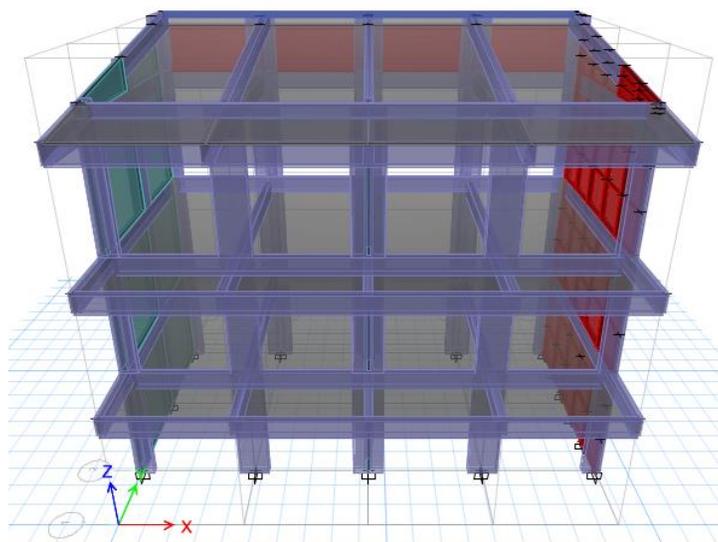
Ing. Mg. José Luis Piedra Tineo
DNI: 45376157
Asesor

La edificación fue destinada para el uso de centro de educación, donde las aulas poseen un área en planta de 57.02 m² teniendo en cuenta la división en su eje transversal de muros estructurales.

El tipo de suelo en la edificación según el estudio de suelos indicado en el expediente técnico es un suelo tipo S2 y no se encontró la presencia de sales en el suelo, por lo que el cemento empleado es de tipo I y la profundidad de cimentación es de 1 metro. La normativa empleada en el análisis y diseño fue el reglamento nacional de edificaciones del Perú vigente al 2003.

Figura 2

Vista Frontal del Sistema Estructural



Fuente: Software Etabs 2016.

3.1.2. *Hormigón Armado*

El hormigón utilizado en las fundaciones, placas, columnas, vigas y losas es un hormigón de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, del cual se pueden ver sus principales características en la siguiente tabla:

Alexander Barboza Altamirano
DNI: 74054227
Autor

Alex Junior Cardozo Mendoza
DNI: 73108883
Autor

Ing. Mg. José Luis Piedra Tineo
DNI: 45376157
Asesor

Tabla 2*Propiedades del Hormigón Armado*

Hormigón Armado $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$			
Peso unitario del concreto	γ_c	2500	kg/m^3
Resistencia característica a compresión	$f'c$	210	kg/cm^2
Módulo de elasticidad	E_c	300000	kg/cm^2
Módulo de Poisson	ν	0.2	-

Fuente: Elaboración propia.

3.1.3. Acero de Refuerzo

El acero estructural de refuerzo utilizado para el hormigón armado es según la normativa ASTM A615 - GRADO 60, del cual se pueden ver sus principales características en la siguiente tabla:

Tabla 3*Propiedades del Acero de Refuerzo*

Acero de Refuerzo A615 – Grado 60			
Peso unitario del acero	γ_s	7850	kg/m^3
Límite de fluencia	$f'y$	4200	kg/cm^2
Límite de rotura	F_u	6300	kg/cm^2
Módulo de elasticidad	E_s	2100000	kg/cm^2

Fuente: Elaboración propia.

3.2. Ubicación Geográfica

La ubicación geográfica del bloque C esta detallado en este apartado, considerado desde la ubicación internacional hasta la ubicación local.



Alexander Barboza Altamirano
DNI: 74054227
Autor



Alex Junior Cardozo Mendoza
DNI: 73108883
Autor



Ing. Mg. José Luis Piedra Tineo
DNI: 45376157
Asesor

- Internacional: La zona de estudio se encuentra América del Sur.
- Nacional: La zona de estudio se encuentra en el departamento de Cajamarca.
- Regional: La zona de estudio se encuentra en la provincia de Jaén.
- Local: La zona de estudio se encuentra en el distrito de Jaén.

3.3. Población

Se tiene como población a los 17 bloques de la institución educativa emblemática Jaén de Bracamoros, se ha elegido dicha institución por la irregularidad que presentan sus elementos estructurales tales como son sus columnas que cambian de sección de acuerdo a la altura.

3.4. Muestra

La muestra corresponde al bloque C de la institución educativa emblemática Jaén de Bracamoros, se ha elegido dicho bloque porque presenta solo una placa estructural en comparación con los demás bloques, asimismo presenta la mayor cantidad de fisuras.

3.5. Muestreo

El muestreo para la presente investigación es de tipo no probabilístico por conveniencia, porque el bloque C presenta un mayor número de deficiencias y es de gran representación ante dicho estudio.

3.6. Fuentes de Información

3.6.1. Primarias

Como fuente de información primaria se tuvo al expediente técnico de la institución educativa Jaén de Bracamoros. Así mismo también se hizo las visitas a campo donde se recolectó toda la información necesaria.



Alexander Barboza Altamirano
DNI: 74054227
Autor



Alex Junior Cardozo Mendoza
DNI: 73108883
Autor



Ing. Mg. José Luis Piedra Tineo
DNI: 45376157
Asesor

3.7. Métodos

3.7.1. Métodos: Inductivo

El método empleado es inductivo porque se ha hecho uso de pasos particulares, tales como, realizar observaciones, análisis de investigaciones paralelas, visitas en campo y parámetros sísmicos de la norma técnica de edificaciones E.030 para obtener la conclusión general, que es la de comprobar si la estructura del bloque C está apta ante un evento sísmico.

3.8. Tipos de Investigación

3.8.1. Según su Finalidad

La presente investigación de tesis es básica, ya que la investigación solamente será enfocada en el comportamiento estructural del bloque C.

3.8.2. Según su Alcance

Esta investigación es descriptiva, porque se especificará pormenores del inmueble posteriormente de haber consumado la valuación de la cortante basal y el estudio estático y dinámico.

3.8.3. Según su Diseño

Esta investigación se clasifica como no experimental ya que se observará, analizará y estudiará desde una posición externa y sin modificar o alterar algún componente de este inmueble.

3.8.4. Según su Enfoque

El enfoque es cuantitativo, ya que se valdrá de valores numéricos en el transcurso de estudio, análisis, desarrollo y finalmente para denotar los resultados.



Alexander Barboza Altamirano
DNI: 74054227
Autor



Alex Junior Cardozo Mendoza
DNI: 73108883
Autor



Ing. Mg. José Luis Piedra Tineo
DNI: 45376157
Asesor

3.9. Técnicas

La técnica usada fue la observación y análisis; porque se observó in situ la estructura del bloque C y se registró toda información necesaria, para posteriormente ser analizada utilizando el Software Etabs involucrando los parámetros establecidos en la norma técnica de edificaciones E.030.



Alexander Barboza Altamirano
DNI: 74054227
Autor



Alex Junior Cardozo Mendoza
DNI: 73108883
Autor

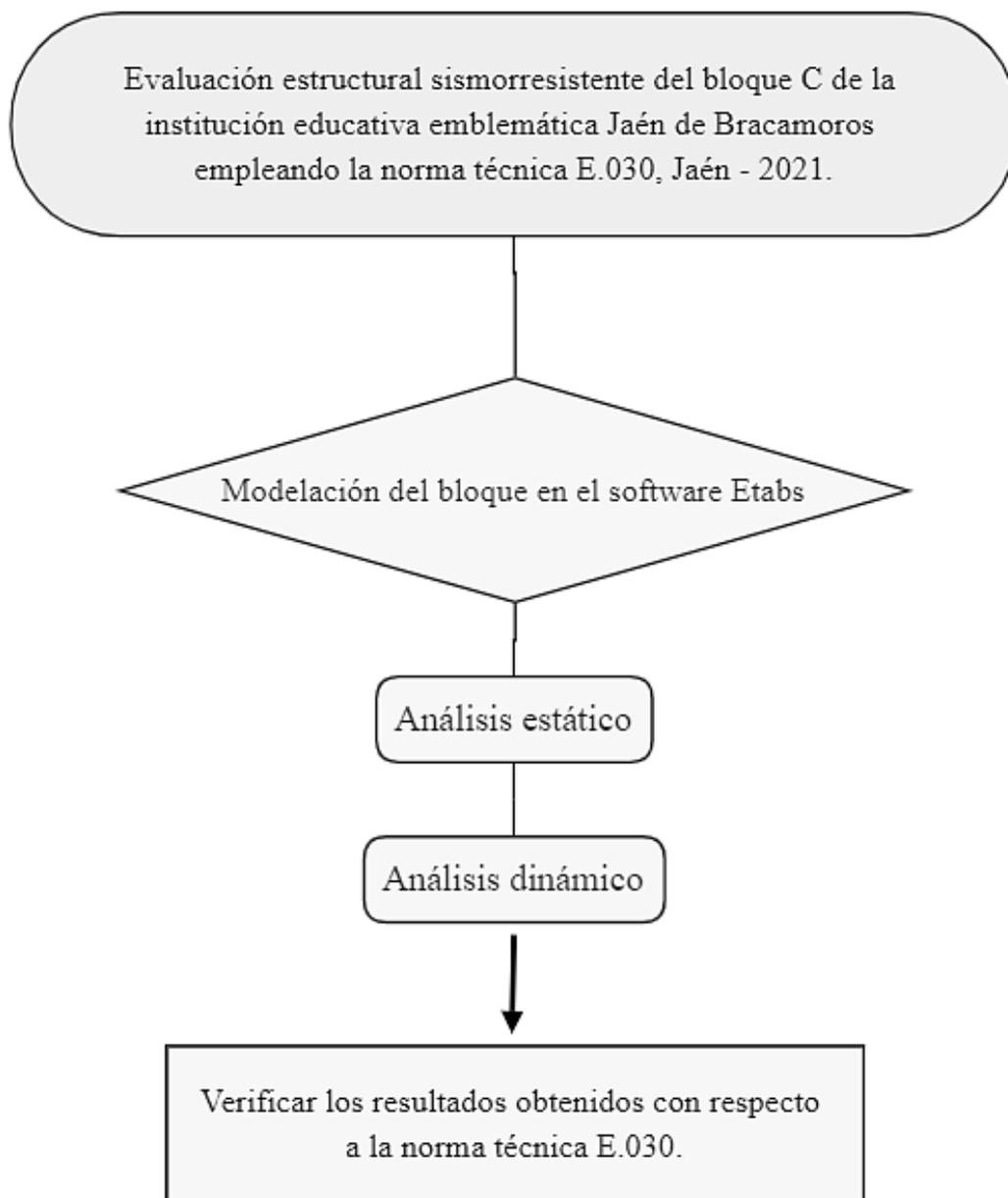


Ing. Mg. José Luis Piedra Tineo
DNI: 45376157
Asesor

3.10. Procedimiento

Figura 3

Diagrama de Flujo



Fuente: Elaboración propia.

Alexander Barboza Altamirano
DNI: 74054227
Autor

Alex Junior Cardozo Mendoza
DNI: 73108883
Autor

Ing. Mg. José Luis Piedra Tineo
DNI: 45376157
Asesor

IV. RESULTADOS

4.1. Modelación del Bloque C en el Software Etabs

4.1.1. Consideraciones Generales de Carga

4.1.1.1. Estados de Carga en el Software Etabs.

Se tuvo en cuenta los siguientes estados de carga, para la ejecución del modelado de la estructura en el software Etabs.

- Peso propio del bloque C (PP)
- Carga muerta del bloque C (CM)
- Sobrecarga de uso por piso (Live)
- Carga de techo inclinado (Live Up)
- Sismo estático en la dirección X (SXE)
- Sismo estático en la dirección Y (SYE)
- Sismo dinámico en la dirección X (SXD)
- Sismo dinámico en la dirección Y (SYD)

4.1.1.2. Combinaciones de Carga.

Las combinaciones de carga que se utilizaron para el modelado del bloque C de acuerdo a la norma técnica de edificaciones E.060 – Concreto Armado son las que se presentan a continuación:

- $1.4 D + 1.7 L$
- $1.25 (D + L) \pm CS$
- $0.9 D \pm CS$



Alexander Barboza Altamirano
DNI: 74054227
Autor



Alex Junior Cardozo Mendoza
DNI: 73108883
Autor



Ing. Mg. José Luis Piedra Tineo
DNI: 45376157
Asesor

Donde:

D: Cargas permanentes (Incluye PP y CM)

L: Cargas vivas (Incluye Live y Live Up)

CS: Cargas de sismo estáticos y dinámicos para cada dirección de análisis (Incluye SEX, SEY, SDX, SDY)

4.1.1.3. Solicitaciones.

Las cargas actuantes que se consideró para modelar la estructura del bloque C en el software Etabs a partir de la norma técnica de edificaciones E.030 – Diseño Sismorresistente, son las descritas a continuación:

4.1.1.3.1. Cargas Permanentes.

Está considerado el peso propio (PP) de columnas, vigas, muros portantes, losas de hormigón armado; y la carga muerta (CM) que comprende tabiques, terminaciones, revestimiento entre otros.

4.1.1.3.2. Sobrecarga de Uso.

La norma técnica de edificaciones E.020 – Cargas, menciona la sobrecarga para las edificaciones catalogadas como centros de educación, las cuales se detallan a continuación:

- Aulas = 250 kgf/m²
- Corredores = 400 kgf/m²



Alexander Barboza Altamirano
DNI: 74054227
Autor



Alex Junior Cardozo Mendoza
DNI: 73108883
Autor



Ing. Mg. José Luis Piedra Tineo
DNI: 45376157
Asesor

La NTE E.020 también menciona que en techos inclinados a más de 3° con respecto a la horizontal debe ser de 100 kgf/m² restando 5 kgf/m² por cada grado de pendiente descontando 3°, hasta un mínimo de 50 kgf/m².

$$100 - 5(x - 3) \geq 50 \text{ kgf/m}^2 \dots \dots \dots (1)$$

El bloque presenta un techo inclinado de 10 ° por lo que se ha hecho uso del cálculo explicado en la norma:

- Techo ($x = 10^\circ$) = $100 - 5(x - 3) = 65 \text{ kgf/m}^2$

4.1.2. *Parámetros Sísmicos del Bloque C Según la NTE E.030*

4.1.2.1. **Factor de Zona (Z).**

Tabla 4

Factores de Zona “Z”

Tabla N° 1 FACTORES DE ZONA “Z”	
ZONA	Z
4	0.45
3	0.35
2	0.25
1	0.10

Fuente: Norma Técnica de Edificaciones E.030 “Diseño Sismorresistente” (2018).

Se muestra la tabla N° 1 de los factores de zona “Z” indicada en la norma técnica de edificaciones E.030 del reglamento nacional de edificaciones. La estructura del bloque C está ubicada en la ciudad de Jaén, departamento de Cajamarca en Perú, por lo tanto, está dentro de la zona 2 y le corresponde un factor de zona $Z = 0.25$.



Alexander Barboza Altamirano
DNI: 74054227
Autor



Alex Junior Cardozo Mendoza
DNI: 73108883
Autor



Ing. Mg. José Luis Piedra Tineo
DNI: 45376157
Asesor

4.1.2.2. Parámetros de sitio (S , T_P y T_L).

Tabla 5

Factor de Suelo “S”

Factor de Suelo “S”				
Suelo Zona	S_0	S_1	S_2	S_3
Z_4	0.80	1.00	1.05	1.10
Z_3	0.80	1.00	1.15	1.20
Z_2	0.80	1.00	1.20	1.40
Z_1	0.80	1.00	1.60	2.00

Fuente: Norma Técnica de Edificaciones E.030 “Diseño Sismorresistente” (2018).

Según el estudio de mecánica de suelos registrado en el expediente técnico, el suelo es tipo 2 suelo intermedio (S_2). Para un factor de zona $Z = 2$, le corresponde un factor de suelo $S_2 = 1.20$, esta clasificación pertenece a suelos intermedios (medianamente rígidos) con velocidades de propagación de onda de corte, entre 180 m/s y 500 m/s.

Tabla 6

Periodos “ T_P ” y “ T_L ”

Periodos “ T_P ” y “ T_L ”				
	Perfil de Suelo			
	S_0	S_1	S_2	S_3
T_P (s)	0.3	0.4	0.6	1.0
T_L (s)	3.0	2.5	2.0	1.6

Fuente: Norma Técnica de Edificaciones E.030 “Diseño Sismorresistente” (2018).

De acuerdo a la tabla mostrada, se tiene que para un tipo de suelo S_2 le corresponde; los periodos corto y largo vienen a ser $T_P = 0.6$ y $T_L = 2.0$ respectivamente.



Alexander Barboza Altamirano
DNI: 74054227
Autor



Alex Junior Cardozo Mendoza
DNI: 73108883
Autor



Ing. Mg. José Luis Piedra Tineo
DNI: 45376157
Asesor

4.1.2.3. Factor de Amplificación Sísmica (C).

De acuerdo a la norma técnica de edificaciones E.030 el factor de amplificación sísmica está dado por:

$$T < T_P \quad C = 2.5 \dots \dots \dots (1)$$

$$T_P < T < T_L \quad C = 2.5 \left(\frac{T_P}{T} \right) \dots \dots \dots (2)$$

$$T > T_L \quad C = 2.5 \left(\frac{T_P * T_L}{T^2} \right) \dots \dots \dots (3)$$

Para ello se necesita calcular el periodo para cada dirección, mediante la siguiente fórmula:

$$T = \frac{h_n}{C_T} \dots \dots \dots (4)$$

Donde:

h_n = Altura del edificio = 14.42

C_T = Coeficiente para estimar el periodo predominante de un edificio.

Dirección X-X:

$$C_T = 35$$

Para edificios cuyos elementos resistentes en la dirección considerada sean únicamente:

- Pórticos de concreto armado sin muros de corte.
- Pórticos dúctiles de acero con uniones resistentes a momentos sin arriostramiento.

Reemplazamos en la ecuación (4):



Alexander Barboza Altamirano
DNI: 74054227
Autor



Alex Junior Cardozo Mendoza
DNI: 73108883
Autor



Ing. Mg. José Luis Piedra Tineo
DNI: 45376157
Asesor

$$T_x = \frac{14.42}{35} = 0.412$$

Se cumple la ecuación (1) que indica $T < T_p$, por lo tanto se adopta $C = 2.50$

Dirección Y-Y:

$$C_T = 60$$

Para edificios de albañilería y para todos los edificios de concreto armado duales, de muros estructurales, y muros de ductilidad limitada.

Reemplazamos en la ecuación (4):

$$T_y = \frac{14.42}{60} = 0.2403$$

Se cumple la ecuación (1) que indica $T < T_p$, por lo tanto se adopta $C = 2.50$

4.1.2.4. Categoría de la Edificación y Factor de Uso.

De acuerdo a la tabla N° 1 de la norma técnica de edificaciones E.030 “Diseño Sismorresistente” del reglamento nacional de edificaciones, las instituciones educativas están dentro de la categoría A2 - Edificaciones Esenciales, por lo que el factor de uso es $U = 1.5$.

4.1.2.5. Coeficiente Básico de Reducción de las Fuerzas Sísmicas (Ro).

De acuerdo a los sistemas estructurales mencionados en la norma técnica de edificaciones E.030, se tiene:

Dirección X-X: Cumple con las condiciones de un sistema de pórticos, por lo que toma un coeficiente básico de reducción $R_o = 8$.

Dirección Y-Y: Se encontró un sistema dual, por lo que toma un coeficiente básico de reducción $R_o = 7$.



Alexander Barboza Altamirano
DNI: 74054227
Autor



Alex Junior Cardozo Mendoza
DNI: 73108883
Autor



Ing. Mg. José Luis Piedra Tineo
DNI: 45376157
Asesor

4.1.2.6. Factores de Irregularidad (Ia, Ip).

4.1.2.6.1. Irregularidades Estructurales en Altura (Ia).

De acuerdo a la norma técnica de edificaciones E.030, el factor Ia se determina como el menor de los valores a continuación correspondiente a las irregularidades estructurales existentes en altura en las dos direcciones de análisis.

- Irregularidad de Rigidez - Piso Blando.

De acuerdo a la norma técnica E.030, existe irregularidad de rigidez cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, en un entrepiso la rigidez lateral es menor que 70% de la rigidez lateral del entrepiso inmediato superior, o es menor que 80% de la rigidez lateral promedio de los tres niveles superiores adyacentes. Las rigideces laterales podrán calcularse como la razón entre la fuerza cortante del entrepiso y el correspondiente desplazamiento relativo en el centro de masas, ambos evaluados para la misma condición de carga.

Tabla 7

Irregularidad de Rigidez – Piso Blando en la Dirección X

Piso	Δ	Fuerza cortante (F_i)	Rigidez (k_{li}) = F_i/Δ	Relación de rigideces $k_{li}/k_{l(i+1)}$	Condición > 70%
Piso 3	0.004840	17.593	3634.85	-	-
Piso 2	0.006959	21.693	3117.30	0.858	REGULAR
Piso 1	0.004540	21.299	4691.34	1.505	REGULAR

Fuente: Elaboración propia.

Al relacionar la rigidez de entrepisos en la dirección X se encontró que es mayor al 70% cumpliendo así con la condición y se define como regular. Para este caso no se verifico la segunda



Alexander Barboza Altamirano
DNI: 74054227
Autor



Alex Junior Cardozo Mendoza
DNI: 73108883
Autor



Ing. Mg. José Luis Piedra Tineo
DNI: 45376157
Asesor

condición porque solamente existen 3 niveles y para ejecutarse dicha condición se necesitaría 4 niveles a más. En este apartado le corresponde un factor de $I_{ax} = 1.00$.

Tabla 8

Irregularidad de Rigidez – Piso Blando en la Dirección Y

Piso	Δ	Fuerza cortante (F_i)	Rigidez (k_{li}) = F_i/Δ	Relación de rigideces $k_{li}/k_{l(i+1)}$	Condición $> 70\%$
Piso 3	0.004770	20.106	4215.081	-	-
Piso 2	0.006490	24.792	3820.083	0.906	REGULAR
Piso 1	0.004933	24.341	4934.394	1.292	REGULAR

Fuente: Elaboración propia.

Al relacionar la rigidez de entrepisos en la dirección Y se encontró que es mayor al 70% cumpliendo así con la condición y también definirse como regular. Igualmente, en esta dirección no se verifico la segunda condición porque solamente existen 3 niveles y para ejecutarse dicha condición se necesitaría 4 niveles a más. Para este apartado le corresponde un factor de $I_{ay} = 1.00$.

- **Irregularidad Extrema de Rigidez – Piso Blando.**

De acuerdo a la norma, existe irregularidad extrema de rigidez cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, en un entrepiso la rigidez lateral es menor que 60% de la rigidez lateral del entrepiso inmediato superior, o es menor que 70% de la rigidez lateral promedio de los tres niveles superiores adyacentes.

Las rigideces laterales podrán calcularse como la razón entre la fuerza cortante del entrepiso y el correspondiente desplazamiento relativo en el centro de masas, ambos evaluados para la misma condición de carga.



Alexander Barboza Altamirano
DNI: 74054227
Autor



Alex Junior Cardozo Mendoza
DNI: 73108883
Autor



Ing. Mg. José Luis Piedra Tineo
DNI: 45376157
Asesor

Tabla 9*Irregularidad Extrema de Rigidez – Piso Blando en la Dirección X*

Piso	Δ	Fuerza cortante (F_i)	Rigidez ($k_{li} = F_i/\Delta$)	Relación de rigideces $k_{li}/k_{l(i+1)}$	Condición $> 60\%$
Piso 3	0.004840	17.593	3634.85	-	-
Piso 2	0.006959	21.693	3117.30	0.858	REGULAR
Piso 1	0.004540	21.299	4691.34	1.505	REGULAR

Fuente: Elaboración propia.

Al evaluar la relación de rigideces de entrepisos en la dirección X se encontró que es mayor al 60% cumpliendo así con la condición por lo que se define como regular. No se verificó la segunda condición por las mismas razones explicadas anteriormente. Para este apartado le corresponde un factor de $I_{ax} = 1.00$.

Tabla 10*Irregularidad Extrema de Rigidez – Piso Blando en la Dirección Y*

Piso	Δ	Fuerza cortante (F_i)	Rigidez ($k_{li} = F_i/\Delta$)	Relación de rigideces $k_{li}/k_{l(i+1)}$	Condición $> 60\%$
Piso 3	0.004770	20.106	4215.081	-	-
Piso 2	0.006490	24.792	3820.083	0.906	REGULAR
Piso 1	0.004933	24.341	4934.394	1.292	REGULAR

Fuente: Elaboración propia.

De igual manera para la dirección Y se evaluó la relación de rigideces de entrepisos y se encontró que es mayor al 60% cumpliendo así con la condición y definiéndose como regular. No se verificó la segunda condición por las mismas razones explicadas anteriormente. Para este apartado le corresponde un factor de $I_{ay} = 1.00$.



Alexander Barboza Altamirano
DNI: 74054227
Autor



Alex Junior Cardozo Mendoza
DNI: 73108883
Autor



Ing. Mg. José Luis Piedra Tineo
DNI: 45376157
Asesor

- **Irregularidad de Masa o Peso.**

Tabla 11

Irregularidad de Masa o Peso

Piso	Peso (Tn)	P_i/P_{i+1}	P_{i+1}/P_i	Condición $P_i/P_{i+1} < 1.5$	Condición $P_{i+1}/P_i < 1.5$
Piso 3	125.104	-	0.811	-	REGULAR
Piso 2	154.263	1.233	1.019	REGULAR	REGULAR
Piso 1	151.457	0.982	-	REGULAR	-

Fuente: Elaboración propia.

Según la norma se tiene irregularidad de masa o peso cuando el peso de un piso, es mayor que 1.5 veces el peso de un piso adyacente. Este criterio no se aplica en azoteas ni en sótanos. Al relacionar los pesos de los niveles con sus adyacentes no se encontró que alguna relación sobrepase el mínimo, es decir son menores a 1.5, por lo que le corresponde un factor de $I_a = 1.00$.

- **Irregularidad Geométrica Vertical.**

De acuerdo a la norma técnica E.030, la irregularidad geométrica se define cuando en cualquiera de las direcciones de análisis, la dimensión en planta de la estructura resistente a cargas laterales es mayor que 1,3 veces la correspondiente dimensión en un piso adyacente. Este criterio no se aplica en azoteas ni en sótanos.



Alexander Barboza Altamirano
DNI: 74054227
Autor



Alex Junior Cardozo Mendoza
DNI: 73108883
Autor



Ing. Mg. José Luis Piedra Tineo
DNI: 45376157
Asesor

Tabla 12*Irregularidad Geométrica Vertical en la dirección X*

Piso	Longitud de muros	L_i/L_{i+1}	Condición $L_i/L_{i+1} < 1.3$
Piso 3	7.450	-	-
Piso 2	7.450	1.00	REGULAR
Piso 1	7.450	1.00	REGULAR

Fuente: Elaboración propia.

Todos los niveles de la estructura del bloque C son similares en su configuración geométrica de planta, entonces al relacionarlos entre ellos el resultado es la unidad. Por lo que no se tiene irregularidad geométrica vertical y le corresponde un factor de $I_{ax} = 1.00$.

Tabla 13*Irregularidad Geométrica Vertical en la dirección Y*

Piso	Longitud de muros	L_i/L_{i+1}	Condición $L_i/L_{i+1} < 1.3$
Piso 3	15.80	-	-
Piso 2	15.80	1.00	REGULAR
Piso 1	15.80	1.00	REGULAR

Fuente: Elaboración propia.

Así mismo en la dirección Y, los niveles de la estructura del bloque C son similares en su configuración geométrica de planta, luego de relacionarlos entre ellos el resultado es la unidad. Por lo que no se tiene irregularidad geométrica vertical y le corresponde un factor de $I_{ay} = 1.00$.



Alexander Barboza Altamirano
DNI: 74054227
Autor



Alex Junior Cardozo Mendoza
DNI: 73108883
Autor



Ing. Mg. José Luis Piedra Tineo
DNI: 45376157
Asesor

- **Discontinuidad en los Sistemas Resistentes.**

De acuerdo a la norma, se califica a la estructura como irregular cuando en cualquier elemento que resista más de 10% de la fuerza cortante se tiene un desalineamiento vertical, tanto por un cambio de orientación, como por un desplazamiento del eje de magnitud mayor que 25% de la correspondiente dimensión del elemento.

En el bloque C no existe ninguna discontinuidad en los elementos verticales ya que no hay desalineamiento vertical, tanto por cambio de orientación como por un desplazamiento del eje, por lo tanto, no existe irregularidad de discontinuidad.

- **Discontinuidad extrema en los Sistemas Resistentes.**

De la misma forma en el bloque C no existe ninguna discontinuidad extrema en los elementos verticales porque no hay desalineamiento vertical, tanto por cambio de orientación como por un desplazamiento del eje.

4.1.2.6.2. Irregularidades Estructurales en Planta (I_p)

Según la norma técnica E.030, el factor I_p se determina como el menor de los valores a continuación correspondiente a las irregularidades estructurales existentes en planta en las dos direcciones de análisis.

- **Irregularidad Torsional.**

De acuerdo a la norma técnica E.030, existe irregularidad torsional cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, el máximo desplazamiento relativo de entrepiso en un extremo del edificio (Δ_{max}) en esa dirección, calculado incluyendo excentricidad accidental, es mayor que 1.3



Alexander Barboza Altamirano
DNI: 74054227
Autor



Alex Junior Cardozo Mendoza
DNI: 73108883
Autor



Ing. Mg. José Luis Piedra Tineo
DNI: 45376157
Asesor

veces el desplazamiento relativo promedio de los extremos del mismo entrepiso para la misma condición de carga (Δ_{prom}).

Este criterio solo se aplica en edificios con diafragmas rígidos y solo si el máximo desplazamiento relativo de entrepiso es mayor que 50% del desplazamiento permisible indicado en la Tabla N° 11.

Tabla 14

Irregularidad Torsional en la Dirección X

Piso	Δ_{max}	Δ_{min}	$1.3\Delta_{prom}$	Condición $\Delta_{max} < 1.3\Delta_{prom}$
Piso 3	0.004840	0.004840	0.0062920	REGULAR
Piso 2	0.006959	0.006959	0.0090467	REGULAR
Piso 1	0.004540	0.004540	0.0059020	REGULAR

Fuente: Elaboración propia.

Se procedió a hacer uso del software Etabs para determinar el desplazamiento máximo y el mínimo, consecuentemente para obtener el promedio de ambos multiplicado por 1.3 y relacionarlos entre ellos, y no se encontró que ninguna de las relaciones incumpla la condición. Por lo que la estructura del bloque C no tiene irregularidad torsional en el eje X, por lo que le corresponde un factor de $I_{px} = 1.00$.



Alexander Barboza Altamirano
DNI: 74054227
Autor



Alex Junior Cardozo Mendoza
DNI: 73108883
Autor



Ing. Mg. José Luis Piedra Tineo
DNI: 45376157
Asesor

Tabla 15*Irregularidad Torsional en la Dirección Y*

Piso	Δ_{max}	Δ_{min}	$1.3\Delta_{prom}$	Condición $\Delta_{max} < 1.3\Delta_{prom}$
Piso 3	0.004770	0.004770	0.0062010	REGULAR
Piso 2	0.006490	0.006490	0.0084370	REGULAR
Piso 1	0.004933	0.004933	0.0064129	REGULAR

Fuente: Elaboración propia.

De igual manera se extrajo del software Etabs el desplazamiento máximo y el mínimo, para luego obtener el promedio de ambos multiplicado por 1.3, posteriormente se hace uso de la condición y no se encontró que ninguna la incumpla. Por lo que la estructura del bloque C no tiene irregularidad torsional en el eje Y, por lo que le corresponde un factor de $I_{py} = 1.00$.

- **Irregularidad Torsional Extrema**

De acuerdo a la norma técnica E.030, existe irregularidad torsional extrema cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, el máximo desplazamiento relativo de entrepiso en un extremo del edificio (Δ_{max}) en esa dirección, calculado incluyendo excentricidad accidental, es mayor que 1.5 veces el desplazamiento relativo promedio de los extremos del mismo entrepiso para la misma condición de carga (Δ_{prom}).

Este criterio solo se aplica en edificios con diafragmas rígidos y solo si el máximo desplazamiento relativo de entrepiso es mayor que 50% del desplazamiento permisible indicado en la Tabla N° 11.



Alexander Barboza Altamirano
DNI: 74054227
Autor



Alex Junior Cardozo Mendoza
DNI: 73108883
Autor



Ing. Mg. José Luis Piedra Tineo
DNI: 45376157
Asesor

Tabla 16*Irregularidad Torsional Extrema en la Dirección X*

Piso	Δ_{max}	Δ_{min}	$1.5\Delta_{prom}$	Condición $\Delta_{max} < 1.5\Delta_{prom}$
Piso 3	0.004840	0.004840	0.0072600	REGULAR
Piso 2	0.006959	0.006959	0.0104385	REGULAR
Piso 1	0.004540	0.004540	0.0068100	REGULAR

Fuente: Elaboración propia.

Asimismo, para la irregularidad extrema se procedió a hacer uso del software Etabs para determinar el desplazamiento máximo y el mínimo, consecuentemente para obtener el promedio de ambos multiplicado por 1.5 y relacionarlos entre ellos, y no se encontró que ninguna de las relaciones incumpla la condición. Por lo que la estructura del bloque C no tiene irregularidad torsional extrema en el eje X, por lo que le corresponde un factor de $I_{px} = 1.00$.

Tabla 17*Irregularidad Torsional Extrema en la Dirección Y*

Piso	Δ_{max}	Δ_{min}	$1.5\Delta_{prom}$	Condición $\Delta_{max} < 1.5\Delta_{prom}$
Piso 3	0.004770	0.004770	0.0071550	REGULAR
Piso 2	0.006490	0.006490	0.0097350	REGULAR
Piso 1	0.004933	0.004933	0.0073995	REGULAR

Fuente: Elaboración propia.

De igual manera para la irregularidad extrema en Y se extrajo del software Etabs el desplazamiento máximo y el mínimo, para luego obtener el promedio de ambos multiplicado por 1.5, posteriormente se hace uso de la condición y no se encontró que ninguna la incumpla. Por lo



Alexander Barboza Altamirano
DNI: 74054227
Autor



Alex Junior Cardozo Mendoza
DNI: 73108883
Autor



Ing. Mg. José Luis Piedra Tineo
DNI: 45376157
Asesor

que la estructura del bloque C no tiene irregularidad torsional extrema en el eje Y, por lo que le corresponde un factor de $I_{py} = 1.00$.

- **Esquinas Entrantes**

De acuerdo a la norma técnica E.030, la estructura se califica como irregular cuando tiene esquinas entrantes cuyas dimensiones en ambas direcciones son mayores que 20% de la correspondiente dimensión total en planta.

El bloque C es de forma rectangular visto en planta, por lo que no presenta asimetría es decir no posee vacíos de escaleras ni de ascensores, consecuentemente no tiene irregularidad de esquinas entrantes.

- **Discontinuidad del Diafragma**

De acuerdo a la norma técnica E.030, la estructura se califica como irregular cuando los diafragmas tienen discontinuidades abruptas o variaciones importantes en rigidez, incluyendo aberturas mayores que 50% del área bruta del diafragma. También existe irregularidad cuando, en cualquiera de los pisos y para cualquiera de las direcciones de análisis, se tiene alguna sección transversal del diafragma con un área neta resistente menor que 25% del área de la sección transversal total de la misma dirección calculada con las dimensiones totales de la planta.

El bloque C no presenta ninguna discontinuidad de su diafragma en ninguno de los pisos, por lo que no tiene irregularidad de discontinuidad del diafragma.

- **Sistemas No Paralelos**

De acuerdo a la norma técnica E.030, se considera que existe irregularidad cuando en cualquiera de las direcciones de análisis los elementos resistentes a fuerzas laterales no son



Alexander Barboza Altamirano
DNI: 74054227
Autor



Alex Junior Cardozo Mendoza
DNI: 73108883
Autor



Ing. Mg. José Luis Piedra Tineo
DNI: 45376157
Asesor

paralelos. No se aplica si los ejes de los pórticos o muros forman ángulos menores que 30° ni cuando los elementos no paralelos resisten menos que 10% de la fuerza cortante del piso.

El bloque C no presenta ninguna discontinuidad del sistema, por lo que no tiene irregularidad de sistemas no paralelos.

4.1.2.7. Regularidad Estructural.

Posteriormente a todas las evaluaciones de irregularidades realizadas anteriormente propuestas en la norma técnica de edificaciones E.030, al bloque C le corresponde los siguientes factores:

- $I_{ax} = 1.00$ (Irregularidad en altura para la dirección X)
- $I_{ay} = 1.00$ (Irregularidad en altura para la dirección Y)
- $I_{px} = 1.00$ (Irregularidad en planta para la dirección X)
- $I_{py} = 1.00$ (Irregularidad en planta para la dirección Y)

4.1.2.8. Coeficiente de Reducción de las Fuerzas Sísmicas (R).

De acuerdo a la norma técnica E.030, se determina como el producto del coeficiente R_0 y de los factores I_a , I_p :

Para la dirección X-X:

$$R_x = R_0 * I_{ax} * I_{px}$$

$$R_x = 8 * 1 * 1$$

$$R_x = 8$$



Alexander Barboza Altamirano
DNI: 74054227
Autor



Alex Junior Cardozo Mendoza
DNI: 73108883
Autor



Ing. Mg. José Luis Piedra Tineo
DNI: 45376157
Asesor

Para la dirección Y-Y:

$$R_y = R_o * I_{ay} * I_{py}$$

$$R_y = 7 * 1 * 1$$

$$R_y = 7$$

4.1.2.9. Estimación del Peso (P).

De acuerdo a la norma técnica E.030 se indica que para una edificación de categoría A se tomará el 50% de la carga viva.

Tabla 18

Peso del Bloque C Elaborado en Etabs

Número de piso	Peso (Tn)
Techo	48.1970
Piso 3	125.104
Piso 2	154.263
Piso 1	151.457
Total	479.022

Fuente: Elaboración propia.

El peso por niveles mostrado en la tabla anteriormente ha sido extraído del software Etabs, cabe recalcar que esta adicionado el 50% de la carga viva.



Alexander Barboza Altamirano
DNI: 74054227
Autor



Alex Junior Cardozo Mendoza
DNI: 73108883
Autor



Ing. Mg. José Luis Piedra Tineo
DNI: 45376157
Asesor

4.1.2.10. Resumen de Parámetros Sísmicos.

Tabla 19

Parámetros Sísmicos Empleados

Parámetro	Abreviatura	Valor
Factor de zona	Z	0.25
Factor de uso	U	1.50
Factor de amplificación sísmica	C	2.50
Factor de suelo	S	1.20
Peso sísmico	P	479.022 Tn
Coeficiente básico de reducción	R_x	8.00
	R_y	7.00
Irregularidad en altura	I_{ax}	1.00
	I_{ay}	1.00
Irregularidad en planta	I_{px}	1.00
	I_{py}	1.00

Fuente: Elaboración propia.

En la presente tabla se muestra un resumen de todos los parámetros sísmicos indicados en la NTE E.030, asimismo las irregularidades de altura y en planta. Los parámetros y los factores de irregularidad son adimensionales excepto el peso de la estructura que está en toneladas.



Alexander Barboza Altamirano
DNI: 74054227
Autor



Alex Junior Cardozo Mendoza
DNI: 73108883
Autor

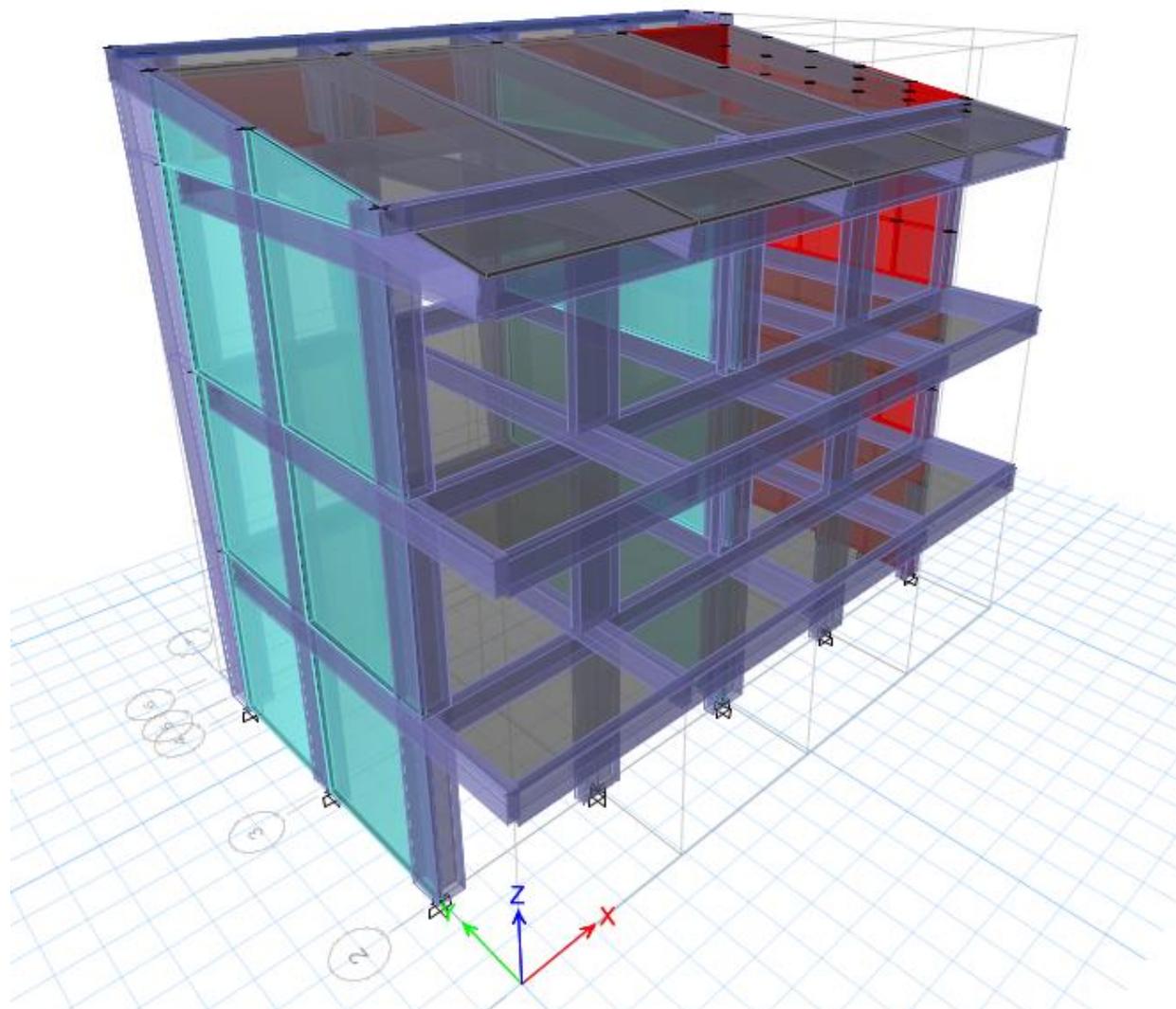


Ing. Mg. José Luis Piedra Tineo
DNI: 45376157
Asesor

4.1.3. Modelo 3D en el Software Etabs

Figura 4

Modelación del Bloque C en el Software Etabs



Fuente: Software Etabs 2016.

Vista en tres dimensiones de la modelación del bloque C de la institución educativa Jaén de Bracamoros realizado en el Software Etabs.

Alexander Barboza Altamirano
DNI: 74054227
Autor

Alex Junior Cardozo Mendoza
DNI: 73108883
Autor

Ing. Mg. José Luis Piedra Tineo
DNI: 45376157
Asesor

4.2. Análisis Estático o de Fuerzas Estáticas Equivalentes

4.2.1. Fuerza Cortante en la Base

Para encontrar la fuerza cortante basal se utilizará la siguiente expresión, indicada en la norma técnica E.030:

$$V = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} \cdot P \quad \dots \dots \dots (6)$$

Necesitamos conocer el periodo fundamental de vibración para determinar el valor de amplificación sísmica, para esto se hace uso del software Etabs y se obtuvo un periodo de:

$$T = 0.436$$

Dirección X-X:

$$Z = 0.25$$

$$U = 1.50$$

$$C = 2.5$$

$$S = 1.20$$

$$R_x = 8$$

$$P = 479.022 \text{ Tn}$$

Verificación:

$$\frac{C}{R} \geq 0.11$$

$$\frac{2.5}{8} \geq 0.11$$



Alexander Barboza Altamirano
DNI: 74054227
Autor



Alex Junior Cardozo Mendoza
DNI: 73108883
Autor



Ing. Mg. José Luis Piedra Tineo
DNI: 45376157
Asesor

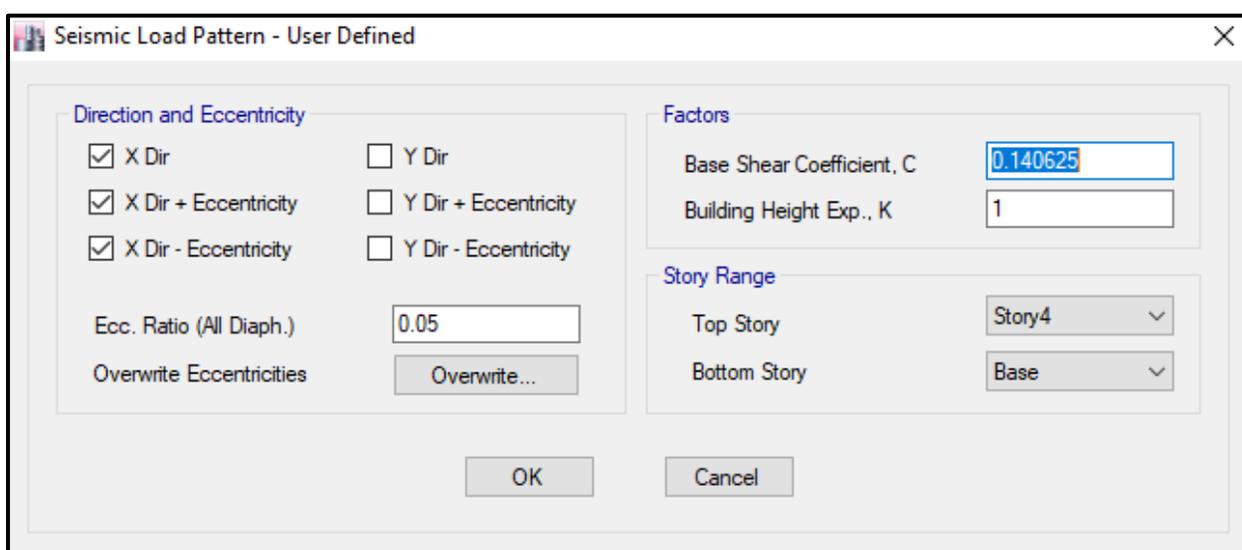
$$0.3125 \geq 0.11 \quad \text{Cumple}$$

Entonces el coeficiente basal:

$$\frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} = 0.140625$$

Figura 5

Asignación del Coeficiente Basal en la Dirección X al Software Etabs



Fuente: Software Etabs 2016.

Luego reemplazamos los valores en la ecuación (6):

$$V_x = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} \cdot P = \frac{(0.25)(1.5)(2.5)(1.2)}{(8)} * (479.022) = (0.14062) \cdot (479.022) = 67.362 \text{ Tn}$$

Dirección Y-Y:

$$Z = 0.25$$

$$U = 1.50$$

$$C = 2.5$$

Alexander Barboza Altamirano
DNI: 74054227
Autor

Alex Junior Cardozo Mendoza
DNI: 73108883
Autor

Ing. Mg. José Luis Piedra Tineo
DNI: 45376157
Asesor

$$S = 1.20$$

$$R_y = 7$$

$$P = 479.022 \text{ Tn}$$

Verificación:

$$\frac{C}{R} \geq 0.11$$

$$\frac{2.5}{7} \geq 0.11$$

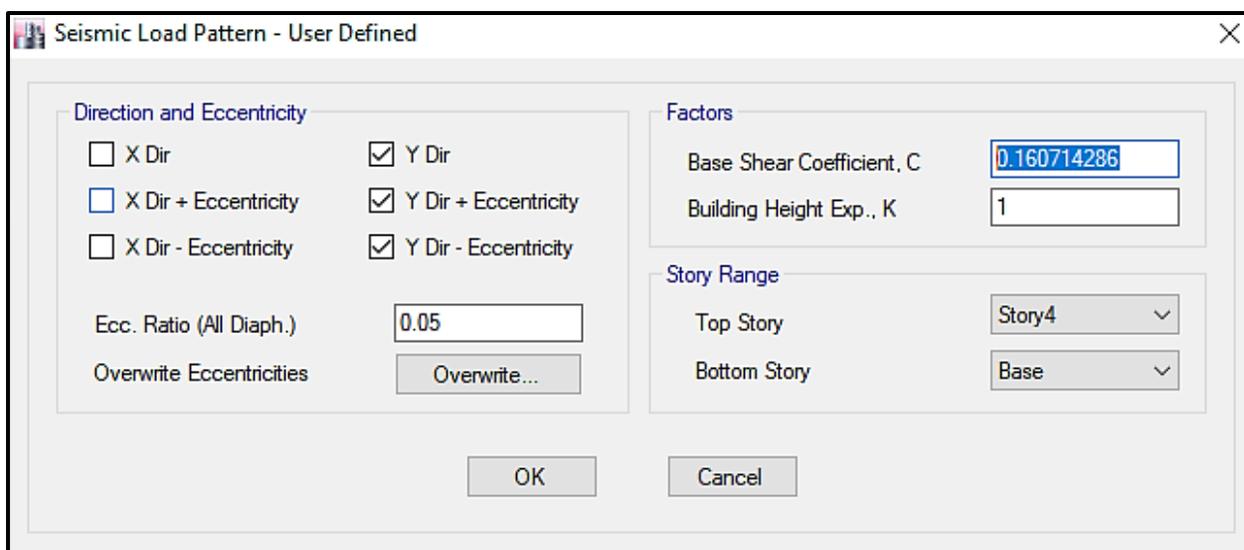
$$0.357142 \geq 0.11 \quad \text{Cumple}$$

Entonces el coeficiente basal:

$$\frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} = 0.16071428$$

Figura 6

Asignación del Coeficiente Basal en la Dirección Y al Software Etabs



Fuente: Software Etabs 2016.

Alexander Barboza Altamirano
DNI: 74054227
Autor

Alex Junior Cardozo Mendoza
DNI: 73108883
Autor

Ing. Mg. José Luis Piedra Tineo
DNI: 45376157
Asesor

Luego reemplazamos los valores en la ecuación (6):

$$V_Y = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} \cdot P = \frac{(0.25)(1.5)(2.5)(1.2)}{(7)} * (479.022) = (0.1607) \cdot (479.022) = 76.978 \text{ Tn}$$

4.2.2. Distribución de la Fuerza Sísmica en Altura.

Según la norma técnica E.030 menciona que las fuerzas sísmicas horizontales en cualquier nivel i , corresponden a la dirección considerada, e indica que se calculan mediante:

$$F_i = \alpha_i \cdot V \dots \dots \dots (7)$$

$$\alpha_i = \frac{P_i (h_i)^k}{\sum_{f=1}^n P_i (h_i)^k} \dots \dots \dots (8)$$

Donde:

n = Número de pisos del edificio.

k = Exponente relacionado con el periodo fundamental de vibración de la estructura (T), en la dirección considerada, y calculada de acuerdo a:

- a) Para T menor o igual a 0.5 segundos:

$$k = 1.0 \dots \dots \dots (9)$$

- b) Para T mayor que 0.5 segundos:

$$k = (0.75 + 0.5 T) \leq 2.0 \dots \dots \dots (10)$$

El valor del periodo de extraído de Etabs es $T = 0.436$ entonces:

$$k = 1.0$$



Alexander Barboza Altamirano
DNI: 74054227
Autor



Alex Junior Cardozo Mendoza
DNI: 73108883
Autor



Ing. Mg. José Luis Piedra Tineo
DNI: 45376157
Asesor

Tabla 20*Distribución de la Fuerza Sísmica en Altura para la Dirección X*

N° Piso	Peso (Tn)	h_i	$P_i (h_i)^k$	α_i	V_x	F_i
Techo	48.1970	14.42	695.0020	0.167	67.339	11.246
Piso 03	125.104	12.45	1557.540	0.374	67.339	25.204
Piso 02	154.263	8.30	1280.386	0.308	67.339	20.719
Piso 01	151.457	4.15	628.548	0.151	67.339	10.171
Σ	479.022		4161.477	1.000		67.339

Fuente: Elaboración propia.

Para la elaboración de esta tabla se hace uso del peso, la altura por niveles y el cortante basal, luego como el periodo es menor que 0.5 se usa $k = 1.0$, posteriormente se emplea la formula (8) para hallar α_i , finalmente se hace uso de la fórmula (7), para mostrar la fuerza sísmica (F_i) distribuida por cada nivel en la dirección X.

Tabla 21*Distribución de la Fuerza Sísmica en Altura para la Dirección Y*

N° Piso	Peso (Tn)	h_i	$P_i (h_i)^k$	α_i	V_Y	F_i
Techo	48.197	14.42	695.002	0.167	76.959	12.853
Piso 03	125.104	12.45	1557.540	0.374	76.959	28.804
Piso 02	154.263	8.30	1280.386	0.308	76.959	23.679
Piso 01	151.457	4.15	628.5480	0.151	76.959	11.624
Σ	479.022		4161.477	1.000		76.959

Fuente: Elaboración propia.

De igual forma en la dirección Y se hace uso del peso, la altura por niveles y el cortante basal, luego como el periodo es menor que 0.5 se usa $k = 1.0$, posteriormente se emplea la formula (8)



Alexander Barboza Altamirano
DNI: 74054227
Autor



Alex Junior Cardozo Mendoza
DNI: 73108883
Autor



Ing. Mg. José Luis Piedra Tineo
DNI: 45376157
Asesor

para hallar α_i , finalmente se hace uso de la fórmula (7), para mostrar la fuerza sísmica (F_i) distribuida por cada nivel en la dirección Y.

4.3. Análisis Dinámico Modal Espectral

4.3.1. Modos de Vibración

Para encontrar los modos de vibración de la estructura del bloque C se ha hecho uso del software Etabs y se presentan a continuación.

Tabla 22

Modos de Vibración

Caso	Modo	Periodo (seg)	UX	UY	Sum UX	Sum UY
Modal	1	0.436	0.0934	0.4255	0.0934	0.4255
Modal	2	0.420	0.7650	0.0500	0.8584	0.4755
Modal	3	0.127	0.0002	0.3507	0.8586	0.8263
Modal	4	0.118	0.0936	0.0123	0.9521	0.8385
Modal	5	0.105	0.0196	0.0542	0.9717	0.8927
Modal	6	0.083	0.0005	1.22E-05	0.9722	0.8927
Modal	7	0.065	0.0270	0.0009	0.9992	0.8936
Modal	8	0.051	0.0008	0.0156	1.0000	0.9092
Modal	9	0.044	1.441E-06	1.191E-05	1.0000	0.9092

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados de esta tabla han sido extraídos del software Etabs y muestran los periodos de vibración para cada respectivo modo y la sumatoria de la participación modal para cada una de las direcciones. El modo fundamental de vibración tiene un periodo de 0.436 segundos con una masa participativa de 42.55%, este periodo ha sido empleado en los cálculos de esta investigación.



Alexander Barboza Altamirano
DNI: 74054227
Autor



Alex Junior Cardozo Mendoza
DNI: 73108883
Autor



Ing. Mg. José Luis Piedra Tineo
DNI: 45376157
Asesor

Tabla 23*Participación Modal*

Caso	Ítem	Estático %	Dinámico %	Cumple
Modal	UX	100.00	100.00	SI
Modal	UY	99.89	90.92	SI

Fuente: Elaboración propia.

Esta tabla muestra el porcentaje de participación modal para las direcciones X e Y extraído del software Etabs, las cuales todas son mayores que el 90%, cumpliendo así con la exigencia de la norma técnica de edificaciones E.030.

4.3.2. Aceleración Espectral

De acuerdo a la norma técnica de edificaciones E.030 la aceleración espectral se debe calcular para cada dirección horizontal, mediante la siguiente expresión:

$$S_a = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} \cdot g \quad \dots \dots \dots (11)$$

La norma también indica que para el análisis en la dirección vertical puede usarse un espectro con valores iguales a los 2/3 del espectro empleado para las direcciones horizontales, considerando los valores de C, definidos en el artículo 14, excepto para la zona de periodos muy cortos ($T < 0.2T_p$) en las que se considera:

$$(T < 0.2T_p) \quad C = 1 + 7.5 \left(\frac{T}{T_p} \right) \dots \dots \dots (12)$$

A continuación, se explican algunas abreviaturas de la tabla a continuación que muestra los resultados de la aceleración espectral para las direcciones X, Y e Z:



Alexander Barboza Altamirano
DNI: 74054227
Autor



Alex Junior Cardozo Mendoza
DNI: 73108883
Autor



Ing. Mg. José Luis Piedra Tineo
DNI: 45376157
Asesor

C_h = Factor de amplificación sísmica para la dirección horizontal.

C_v = Factor de amplificación sísmica para la dirección vertical.

S_a (Dir. X) (C_h) = Aceleración espectral en la dirección X usando el factor de amplificación sísmica horizontal.

S_a (Dir. Y) (C_h) = Aceleración espectral en la dirección Y usando el factor de amplificación sísmica horizontal.

S_a (Dir. X) (C_v) = Aceleración espectral en la dirección X usando el factor de amplificación sísmica vertical.

S_a (Dir. Y) (C_v) = Aceleración espectral en la dirección Y usando el factor de amplificación sísmica vertical.

S_a (Dir. Z) (X) = Aceleración espectral en la dirección Z para X.

S_a (Dir. Z) (Y) = Aceleración espectral en la dirección Z para Y.

Tabla 24

Aceleración Espectral para las Direcciones X, Y e Z

T (seg)	C_h	C_v	S_a (Dir. X) (C_h)	S_a (Dir. Y) (C_h)	S_a (Dir. X) (C_v)	S_a (Dir. Y) (C_v)	S_a (Dir. Z) (X)	S_a (Dir. Z) (Y)
0.00	2.500	1.000	1.380	1.577	0.552	0.631	0.368	0.420
0.02	2.500	1.250	1.380	1.577	0.690	0.788	0.460	0.526
0.04	2.500	1.500	1.380	1.577	0.828	0.946	0.552	0.631
0.06	2.500	1.750	1.380	1.577	0.966	1.104	0.644	0.736
0.08	2.500	2.000	1.380	1.577	1.104	1.261	0.736	0.841
0.10	2.500	2.250	1.380	1.577	1.242	1.419	0.828	0.946



Alexander Barboza Altamirano
DNI: 74054227
Autor



Alex Junior Cardozo Mendoza
DNI: 73108883
Autor



Ing. Mg. José Luis Piedra Tineo
DNI: 45376157
Asesor

0.20	2.500	2.500	1.380	1.577	1.380	1.577	0.920	1.051
0.30	2.500	2.500	1.380	1.577	1.380	1.577	0.920	1.051
0.40	2.500	2.500	1.380	1.577	1.380	1.577	0.920	1.051
0.436	2.500	2.500	1.380	1.577	1.380	1.577	0.920	1.051
0.50	2.500	2.500	1.380	1.577	1.380	1.577	0.920	1.051
1.00	1.500	1.500	0.828	0.946	0.828	0.946	0.552	0.631
2.00	0.750	0.750	0.414	0.473	0.414	0.473	0.276	0.315
3.00	0.333	0.333	0.184	0.210	0.184	0.210	0.123	0.140
4.00	0.188	0.188	0.103	0.118	0.103	0.118	0.069	0.079
5.00	0.120	0.120	0.066	0.076	0.066	0.076	0.044	0.050
6.00	0.083	0.083	0.046	0.053	0.046	0.053	0.031	0.035
7.00	0.061	0.061	0.034	0.039	0.034	0.039	0.023	0.026
8.00	0.047	0.047	0.026	0.030	0.026	0.030	0.017	0.020
9.00	0.037	0.037	0.020	0.023	0.020	0.023	0.014	0.016
10.00	0.030	0.030	0.017	0.019	0.017	0.019	0.011	0.013

Fuente: Elaboración propia.

La aceleración espectral es obtenida manualmente o también puede ser extraída de Etabs, se sugiere la primera opción y hacer la gráfica con escala logarítmica para ver detalladamente los puntos de periodo corto y periodo largo (T_p y T_L), asimismo se agrega en la gráfica los periodos fundamentales de la estructura. De acuerdo a los periodos se ha tomado un coeficiente de amplificación sísmica horizontal y vertical para el cálculo de la aceleración espectral para las direcciones X, Y, Z_x , Z_y . Debemos indicar que para el cálculo de la aceleración espectral en la dirección Z (Z_x y Z_y) solamente se multiplica por 2/3 la aceleración espectral de X e Y, pero evaluados con la condición de la formula (12), resultado de esta condición en la tabla se muestran de S_a (Dir. X)(C_v) y S_a (Dir. Y)(C_v).



Alexander Barboza Altamirano
DNI: 74054227
Autor



Alex Junior Cardozo Mendoza
DNI: 73108883
Autor



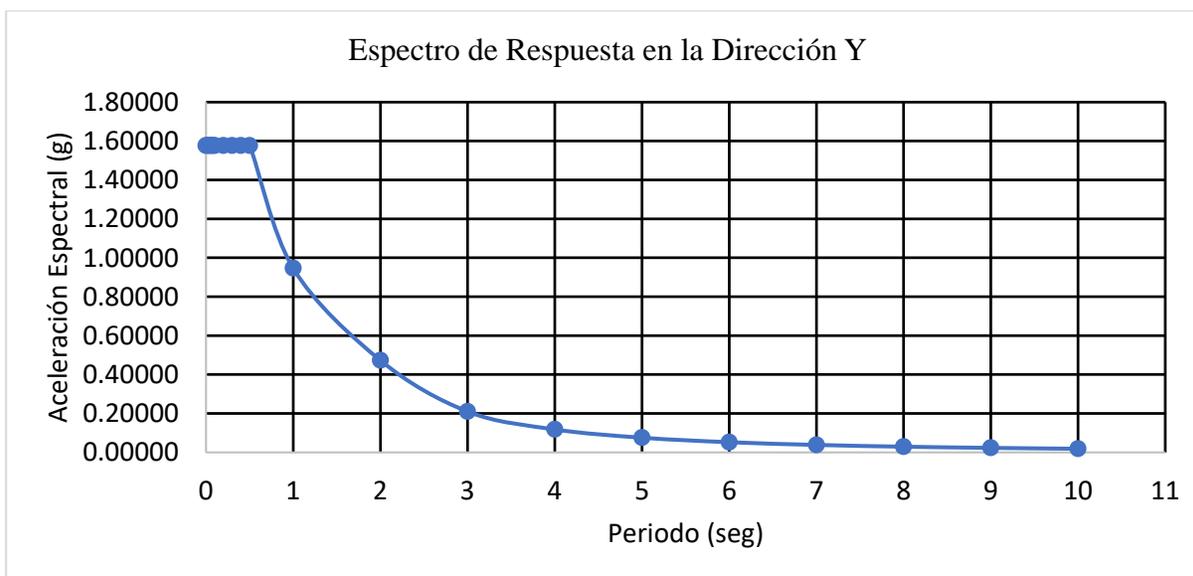
Ing. Mg. José Luis Piedra Tineo
DNI: 45376157
Asesor

Figura 7

Espectro de Respuesta en la Dirección X



Fuente: Elaboración propia.

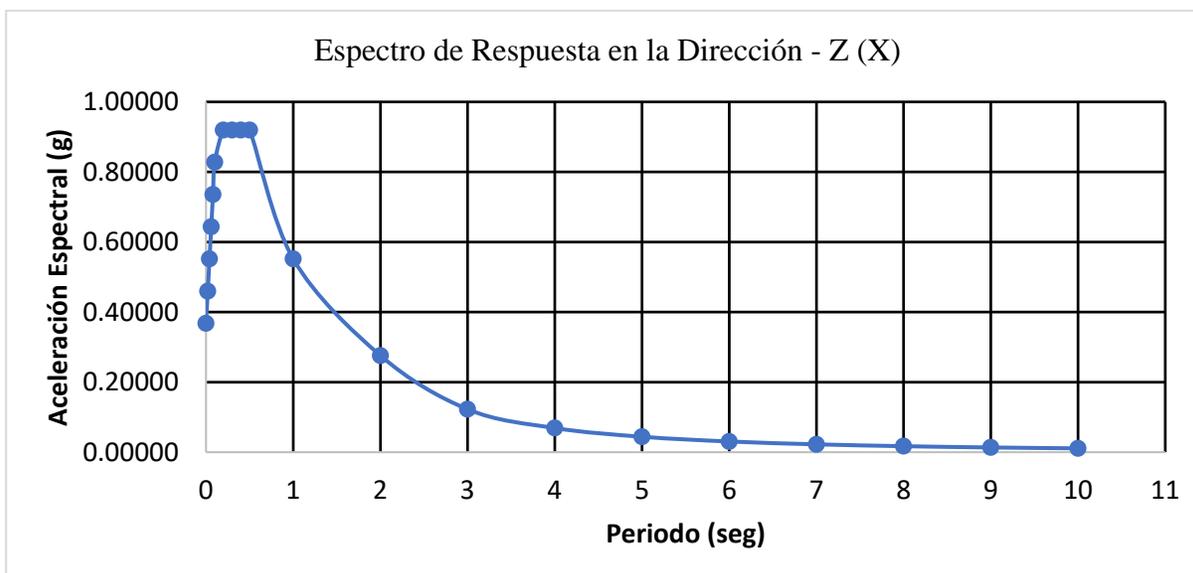
Figura 8*Espectro de Respuesta en la Dirección Y*

Fuente: Elaboración propia.

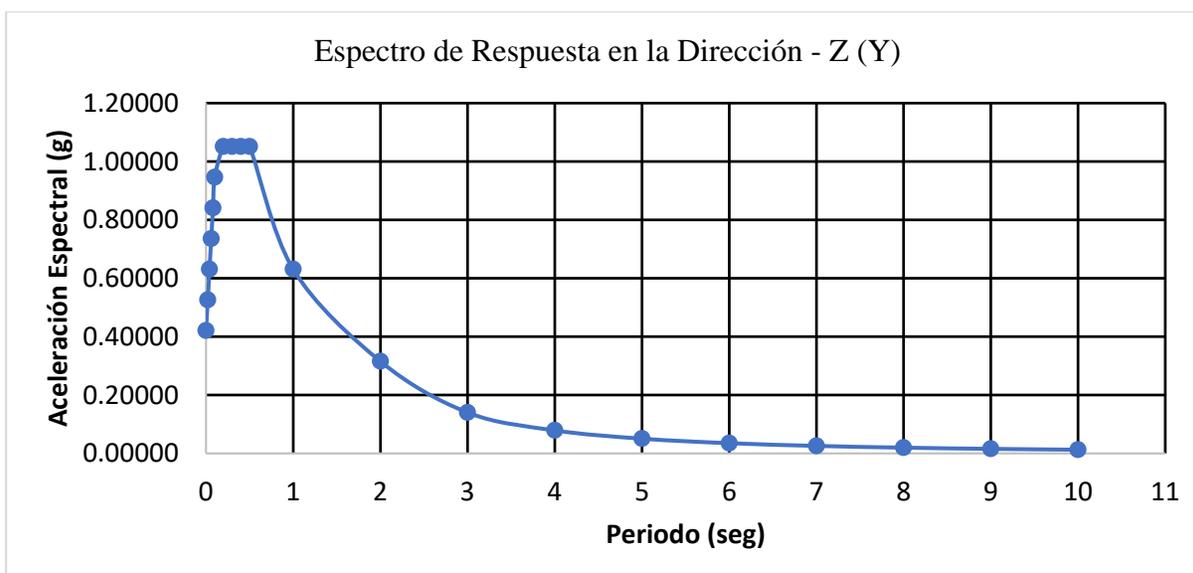
Alexander Barboza Altamirano
DNI: 74054227
Autor

Alex Junior Cardozo Mendoza
DNI: 73108883
Autor

Ing. Mg. José Luis Piedra Tineo
DNI: 45376157
Asesor

Figura 9*Espectro de Respuesta en la Dirección Z para (X)*

Fuente: Elaboración propia.

Figura 10*Espectro de Respuesta en la Dirección Z para (Y)*

Fuente: Elaboración propia.

Alexander Barboza Altamirano
DNI: 74054227
Autor

Alex Junior Cardozo Mendoza
DNI: 73108883
Autor

Ing. Mg. José Luis Piedra Tineo
DNI: 45376157
Asesor

4.3.3. Fuerza Cortante Mínima

De acuerdo a la norma técnica E.030 menciona que, para cada una de las direcciones consideradas en el análisis, la fuerza cortante en el primer entrespacio del edificio no puede ser menor que el 80% del valor calculado según el artículo 25 para estructuras regulares, ni menor que el 90% para estructuras irregulares.

Tabla 25

Fuerza Cortante Mínima

Dirección	V Estático	80% V Estático	V Dinámico	Condición VD > 80% VE
X	67.339	53.872	57.588	CUMPLE
Y	76.959	61.567	46.436	NO CUMPLE

Fuente: Elaboración propia.

El cortante estático y dinámico es extraído del software Etabs, posteriormente se obtiene el 80% del cortante estático y se procede a evaluar con la condición; resultando satisfactoriamente solo para la dirección X. Por lo que para la dirección Y se realiza un cálculo y se obtiene un factor de escala de 1.326 y resulta un nuevo valor del cortante dinámico de 61.567 Tn.

Factor de escalamiento:

$$f_y = \frac{0.8 * V_{YE}}{V_{YD}} = \frac{61.567}{46.436} = 1.326$$



Alexander Barboza Altamirano
DNI: 74054227
Autor



Alex Junior Cardozo Mendoza
DNI: 73108883
Autor



Ing. Mg. José Luis Piedra Tineo
DNI: 45376157
Asesor

4.4. Contraste de los Resultados con la NTE E.030

4.4.1. Desplazamientos Relativos de Entrepiso

Tabla 26

Distorsión Relativa de Entrepiso en la Dirección X

Nivel	Distorsión calculada de entrepiso en Etabs	Distorsión de entrepiso E.030 (Concreto)	Cumple
Techo	0.000343	0.007	SI
Piso 3	0.004840	0.007	SI
Piso 2	0.006959	0.007	SI
Piso 1	0.004540	0.007	SI

Fuente: Elaboración propia.

La tabla muestra la distorsión de entrepiso calculado en el software Etabs para X y el cumplimiento en comparación con el máximo valor establecido en la NTE E.030. Esto comprueba que la estructura del bloque C se encuentra apta ante un suceso de sismo.

Tabla 27

Distorsión Relativa de Entrepiso en la Dirección Y

Nivel	Distorsión calculada de entrepiso en Etabs	Distorsión de entrepiso E.030 (Concreto)	Cumple
Techo	0.002537	0.007	SI
Piso 3	0.004770	0.007	SI
Piso 2	0.006490	0.007	SI
Piso 1	0.004933	0.007	SI

Fuente: Elaboración propia.

De igual forma se muestra la distorsión de entrepiso calculado en el software Etabs para Y, y el cumplimiento en comparación con el máximo valor establecido en la NTE E.030.



Alexander Barboza Altamirano
DNI: 74054227
Autor



Alex Junior Cardozo Mendoza
DNI: 73108883
Autor



Ing. Mg. José Luis Piedra Tineo
DNI: 45376157
Asesor

4.4.2. Verificación del Sistema Estructural

4.4.2.1. Dirección X: Sistema de Pórticos.

Tabla 28

Verificación de Sistema de Pórticos

Dirección	VE_{Total} (Tn)	80% VE_{Total} (Tn)	$VE_{Columnas}$ (Tn)	Condición $VE_{Columnas} > 80\% VE_{Total}$
X	67.339	53.872	65.990	CUMPLE

Fuente: Elaboración propia.

El cortante estático en las columnas ($VE_{Columnas} = 65.99$) representa el 98% del cortante total (VE_{Total}), es decir, las columnas soportan ese 98% de cortante; mayor que el mínimo de 80% establecido por la NTE E.030 para un sistema de pórticos.

4.4.2.2. Dirección Y: Sistema Dual.

Tabla 29

Verificación de Sistema Dual

Dirección	VE_{Total} (Tn)	20% VE	70% VE	VE_{Muro} (Tn)	Condición $20\% VE < VE_{Muro} < 70\% VE$
Y	76.959	15.392	53.872	32.685	CUMPLE

Fuente: Elaboración propia.

El cortante estático en los muros ($VE_{Muro} = 32.685$) representa el 42% del cortante total (VE_{Total}), es decir, los muros soportan 42% de cortante, dentro del rango de más del 20% y menor del 70% establecido por la NTE E.030 para un sistema dual.



Alexander Barboza Altamirano
DNI: 74054227
Autor



Alex Junior Cardozo Mendoza
DNI: 73108883
Autor



Ing. Mg. José Luis Piedra Tineo
DNI: 45376157
Asesor

V. DISCUSIÓN

El bloque C cumple correctamente con las exigencias de la norma técnica de edificaciones E.030 por lo que ante un evento sísmico se comportará de manera adecuada, y es admirable que ante dos actualizaciones de la NTE E.030 su análisis sismorresistente se mantenga vigente, cumpliendo con las derivas máximas permitidas y con un periodo de 0.436 segundos que no está demasiado lejos del rango.

Para la modelación del bloque C, en primer lugar se tuvo en cuenta ciertas consideraciones generales de carga, por ejemplo, los estados de carga para la estructura definidos en el software Etabs, las combinaciones de carga (entre carga muerta, carga viva y carga de sismo) explicados en la norma técnica de edificaciones E.060 y solicitaciones de la edificación; luego se consideró los parámetros sísmicos de la norma técnica de edificaciones E.030, por ejemplo, factor de zona, parámetros de sitio, factor de amplificación sísmica, categoría de la edificación y factor de uso, coeficiente básico de reducción de las fuerzas sísmicas, irregularidades, coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas y estimación del peso. Según Pérez & Tequen (2021) en su tesis “Comparativo estructural del sistema aporticado y albañilería confinada de un edificio multifamiliar, Jaén – Cajamarca” de la misma manera para realizar el modelado en el software Etabs, han hecho uso de los parámetros indicados en la NTE E.030. Recalamos que en el software Etabs se ha considerado el modelamiento del bloque C con el techo inclinado porque así es como está construido el bloque C, y cabe mencionar que la NTE E.020 - Cargas, considera diferentes cargas para un techo inclinado y un techo horizontal, según Ramos (2018) en su tesis “Evaluación estructural del bloque A1 de la I.E. emblemática Jaén de Bracamoros, provincia de Jaén - Cajamarca” ha considerado el techo horizontal en su modelación, siendo lo real inclinado, por lo tanto la consideración de carga de techo tendrá una variación, esto acarrea un error; ya que al



Alexander Barboza Altamirano
DNI: 74054227
Autor



Alex Junior Cardozo Mendoza
DNI: 73108883
Autor



Ing. Mg. José Luis Piedra Tineo
DNI: 45376157
Asesor

momento de obtener las derivas y periodos, estos varían. Guerrero (2021) en su tesis “Evaluación estructural del bloque B1 de la I.E. Jaén de Bracamoros, de la ciudad de Jaén, 2019” en su análisis de los parámetros sísmicos de la NTE E.030, obtiene los mismos resultados de parámetros sísmicos que nuestro estudio del bloque C, por ser bloques casi contiguos en la misma institución, excepto el cálculo del factor de amplificación sísmica, debido a que asume un sistema dual en ambas direcciones y obtiene un periodo de 0.24 segundos, lo que define un mismo coeficiente de amplificación sísmica ($C = 2.5$) para ambas direcciones analizadas. Altamirano (2021) en su tesis “Desempeño sismorresistente del pabellón D de educación secundaria de la institución educativa de San Ramón – Cajamarca” análogamente ha considerado parámetros sísmicos de la NTE E.030 pero debemos aclarar que, al momento de modelar la estructura, se define la estructura libre de irregularidades, posteriormente se debe verificar estas irregularidades para corregirlo en el software y obtener resultados veraces; proceso que no ha realizado dicho autor mencionado. El bloque C presenta un sistema de pórticos en la dirección X y un sistema dual en la dirección Y. El sistema dual para los ejes A y C está conformado de pórticos de concreto armado y muros de albañilería; para el eje E, un pórtico de concreto armado y un muro portante (placa); y posteriormente para los ejes B y D se encontró solamente pórticos. La norma técnica de edificaciones E.030 exige que, para un sistema de pórticos, como mínimo el 80% de la fuerza cortante basal debería actuar sobre las columnas de los pórticos; según el estudio realizado en el bloque C, se cumple esta condición (Ver tabla N° 27); y de igual manera para la dirección Y donde se encuentra el sistema dual, se cumple lo exigido por la norma que la fuerza cortante que toman los muros es mayor que 20% y menor que 70% (Ver tabla N° 28).

La fuerza cortante basal para la dirección X es de 67.36 Tn y para la dirección Y es de 76.98 Tn. Se obtuvo dos diferentes valores basales a causa de los diferentes sistemas estructurales



Alexander Barboza Altamirano
DNI: 74054227
Autor



Alex Junior Cardozo Mendoza
DNI: 73108883
Autor



Ing. Mg. José Luis Piedra Tineo
DNI: 45376157
Asesor

y del valor diferente del coeficiente básico de reducción. Abad & Guivar (2019) en su tesis “Comportamiento estructural sismorresistente mediante el análisis estático aplicando la nueva norma E.030 – 2018 en la I.E. Sagrado Corazón, Jaén 2019” de igual forma encuentra dos sistemas estructurales en un mismo edificio, por lo que obtiene diferentes coeficientes básicos de reducción sísmica, esto permite que existe diferentes fuerzas cortantes basales para ambas direcciones. La distribución de la fuerza sísmica en altura es la misma fuerza cortante basal distribuida en los niveles superiores de la edificación, este cálculo se puede ver en la tabla N° 20 y tabla N° 21. El cálculo del periodo de una estructura se realiza de dos formas, el primer método es mediante la fórmula descrita en la norma técnica de edificaciones E.030, donde se especifica que para hallar el periodo es la relación de la altura del edificio entre el coeficiente de estimación del periodo predominante del edificio, como resultado para la dirección X se obtuvo un periodo de 0.412 y para la dirección Y se obtuvo un periodo de 0.2403. La segunda manera de obtener el periodo es mediante el uso del software Etabs; para esta investigación el periodo que se obtuvo con el software Etabs es de 0.436, el mismo que se ha usado en los cálculos y desarrollo de esta misma investigación. Hernández (2017) en tesina obtiene un periodo de 0.57 para un edificio de 4 niveles; Bravo & Montenegro (2018) en su tesis de obtienen un periodo de 0.839 para un conjunto familiar de 12 niveles; Flores & Puma (2021) en su tesis obtienen un periodo de 0.33 para un edificio de 2 niveles; entonces se deduce una semejanza entre todos los resultados y se afirma que el periodo depende en gran parte de la altura de la edificación, de su rigidez y masa.

Los modos de vibración exponen una visión importante del comportamiento de la estructura ante el suceso de sismo. Cuando se desea calcular los modos de vibración, la NTE E.030 aclara que se debe considerar al menos tres modos de vibración por nivel, los cuales acaparan gran parte de la masa participativa. En la tabla N° 22 observamos el modo fundamental de vibración



Alexander Barboza Altamirano
DNI: 74054227
Autor



Alex Junior Cardozo Mendoza
DNI: 73108883
Autor



Ing. Mg. José Luis Piedra Tineo
DNI: 45376157
Asesor

que tiene un periodo de 0.436 segundos con una masa participativa de 42.55%, el segundo modo tiene un periodo de 0.420 segundos con una masa participativa de 76.50% y el tercer modo tiene un periodo de 0.127 segundos con una masa participativa de 35.07%. Para realizar un buen diseño estructural lo mejor es que la frecuencia natural del edificio se aleje lo más posible de la frecuencia del terremoto, caso contrario se produciría el efecto de resonancia, que conlleva a que los movimientos se amplifiquen pudiendo llevar a la estructura al colapso. En la tabla N° 23, observamos que la participación modal para la dirección X es 99.89% y para la dirección Y es 90.92%, cumpliendo así con la especificación de la NTE E.030 que especifica que debe ser mayor al 90%. El cálculo de la aceleración espectral se realiza de acuerdo a la ecuación (11), los cálculos se realizan para las direcciones X, Y y Z; todos estos cálculos se muestran en la tabla N° 24, con estos resultados se realiza la gráfica del espectro de respuesta. Se observa que la fuerza cortante mínima solamente cumple en la dirección X, pero no en la dirección Y (Ver tabla N° 25). Guerrero (2021) en su tesis “Evaluación estructural del bloque B1 de la I.E. Jaén de Bracamoros, de la ciudad de Jaén, 2019” muestra en sus resultados tres modos fundamentales de vibración con su periodo y su porcentaje de masa participativa, el primer modo tiene un periodo de 0.249 segundos con un porcentaje de 81.31%, el segundo modo tiene un periodo de 0.157 segundos con un porcentaje de 57.79% y el ultimo modo tiene un periodo de 0.123 segundos con un porcentaje de 29.62%. Fustamante (2022) en su tesis “Nivel de desempeño sísmico de una edificación de 11 pisos en la provincia de Chota usando el método del espectro capacidad-demanda” muestra en sus resultados el porcentaje de masa participativa acumulada en las tres direcciones analizadas; para la dirección X es 93.57%, para la dirección Y es 94.12% y para la dirección Z es 90.44%, cumpliendo así con la exigencia de la norma que exige sea mayor a 90%. Cabanillas (2018) en su tesis “Comportamiento estructural del edificio de industrias alimentarias de la Universidad



Alexander Barboza Altamirano
DNI: 74054227
Autor



Alex Junior Cardozo Mendoza
DNI: 73108883
Autor



Ing. Mg. José Luis Piedra Tineo
DNI: 45376157
Asesor

Nacional de Cajamarca con diferentes tipos de arriostres, 2017” muestra que el periodo fundamental de vibración es de 0.35 segundos con una masa participativa de 67.70% en la dirección Z y esto es menor al segundo modo con un periodo de 0.33 segundos con una masa participativa de 88.36%, de estos resultados podemos ver que un periodo menor mueve más porcentaje de masa, pero no es de alarmarse, esto es normal y sin embargo para efectos de diseño se usa el mayor periodo.

Para contrastar los resultados obtenidos en el software Etabs con la norma técnica de edificaciones E.030, debemos fijar la atención en las derivas. Se observa que las derivas de entrepiso en la dirección X, todas cumplen a cabalidad sin sobrepasar el máximo valor de 0.007 exigido en la norma técnica de edificaciones E.030 (Ver tabla N° 26), y de igual forma en la dirección Y (Ver tabla N° 27). Yanqui & Paniagua (2020) en su tesis “Evaluación estructural sísmico del pabellón C del C.E.I. 225 Niños Héroe, Tacna 2020” muestra en sus resultados a las derivas en la dirección X que son mayores a las derivas en la dirección Y, presentándose esta característica a causa de que en la dirección X solamente se tiene pórticos de concreto armado y en la dirección Y se tiene un sistema dual; el mismo detalle importante existe en esta investigación, puesto que las derivas en la dirección X sobrepasan a las derivas en la dirección Y; a causa de que en la dirección X solo hay pórticos de concreto armado, pero en la dirección Y se encuentra un sistema dual. Según Hernández (2017) en tesina de maestría “Revisión del comportamiento sísmico de un edificio compuesto de 4 niveles para aulas” obtiene una peculiaridad en sus resultados, que sus derivas del segundo y tercer nivel son mayores que las derivas del primer y cuarto nivel, una característica observable en la presente investigación, pues las derivas en el segundo nivel en las dos direcciones analizadas son mayores que las del primer, tercer y cuarto nivel; esta característica se presenta a causa de los modos de vibración y de la masa en aquel nivel.



Alexander Barboza Altamirano
DNI: 74054227
Autor



Alex Junior Cardozo Mendoza
DNI: 73108883
Autor



Ing. Mg. José Luis Piedra Tineo
DNI: 45376157
Asesor

Abad & Guivar (2019) en su tesis “Comportamiento estructural sismorresistente mediante el análisis estático aplicando la nueva norma E.030 – 2018 en la I.E. Sagrado Corazón, Jaén 2019” tiene resultados donde se puede observar que las derivas en la dirección X son mayores a las derivas en la dirección Y, esto sucede porque en la dirección Y, los muros aportan rigidez estructural, también podemos ver reflejado que la fuerza cortante basal es mayor en la dirección Y que en X.



Alexander Barboza Altamirano
DNI: 74054227
Autor



Alex Junior Cardozo Mendoza
DNI: 73108883
Autor



Ing. Mg. José Luis Piedra Tineo
DNI: 45376157
Asesor

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

La estructura del bloque C se mantendrá vigente para muchos años, en caso de que no sucediera un evento sísmico de gran magnitud.

El bloque C de la Institución Educativa Jaén de Bracamoros según la NTE E.030 no presenta ningún tipo de irregularidades, está muy bien estructurado, cumple con las condiciones de un sistema de pórticos para la dirección X y de igual manera cumple con las condiciones de un sistema dual en la dirección Y, cumple con la fuerza cortante mínima en la dirección X, pero no en la dirección Y, tiene un periodo fundamental de 0.436 segundos, y para los resultados de los modos de vibración se ha usado tres modos de vibración por cada piso (Ver figura 25). Por lo que generalmente se puede afirmar que la estructura del bloque C se comporta adecuadamente ante el análisis sísmico estático y el análisis sísmico dinámico, cumpliendo en su mayoría con las exigencias de la norma técnica de edificaciones E.030.

Se concluye que en el modelado del bloque C se ha considerado todos los parámetros de la norma técnica de edificaciones E.030 actual, para la definición de los materiales, secciones, espectros de respuesta, cargas, sobrecargas de uso, combinaciones de carga, casos modales, peso de la estructura, etc. Algo importante es que se ha tenido en cuenta la sección variante de las columnas posteriores de la estructura, la inclinación de 10° del techo, y se ha considerado apoyos fijos en la base de las columnas.

Se concluye que del análisis estático realizado al bloque C se calculó la fuerza cortante en la base mediante la fórmula descrita en la NTE E.030 (Ecuación 6) y se obtuvo que la fuerza cortante en la base de la edificación para la dirección X es 67.339 kgf y para la dirección Y es 76.959 kgf; de estos resultados generalizamos que cuando se tiene un sistema estructural más débil



Alexander Barboza Altamirano
DNI: 74054227
Autor



Alex Junior Cardozo Mendoza
DNI: 73108883
Autor



Ing. Mg. José Luis Piedra Tineo
DNI: 45376157
Asesor

(es decir mayor valor del coeficiente de reducción de fuerzas sísmicas) entonces la fuerza cortante basal en dicha dirección va a ser menor, este resultado muestra donde se requiere aumentar la rigidez para dicha dirección calculada, (esto se puede verificar en los valores de las derivas, como en este caso que tenemos las derivas más aceptables en la dirección Y) podemos generalizar también que aquellos bloques de la institución educativa Jaén de Bracamoros que tengan dos sistemas estructurales se va a observar dicha característica. Podemos mencionar que las fuerzas sísmicas en altura podemos dependen totalmente de la fuerza cortante basal (ya que son fuerzas que se acumulan por cada nivel hasta la base de la edificación).

Se concluye que del análisis dinámico realizado al bloque C se ha ingresado al software Etabs tres modos de vibración por cada piso, también se ha calculado la aceleración espectral para las direcciones X, Y e Z, y se ha verificado la fuerza cortante mínima según la NTE E.030 (Ver Tabla 24), también se ha tenido en cuenta la excentricidad accidental. También se concluye que las derivas de entrepiso en una dirección están reducidas en gran manera por la acción de las placas estructurales en la misma dirección.

Al realizar el contraste de los resultados obtenidos del software Etabs con respecto a la NTE E.030; se obtuvo que bloque C cumple con todos los parámetros establecidos excepto con la fuerza cortante mínima en la dirección Y; por lo que se encuentra vigente ante un suceso de sismo de magnitud intermedia, esta seguridad está avalada por el cumplimiento de los desplazamientos mínimos (Ver Tabla 27 y Tabla 28).



Alexander Barboza Altamirano
DNI: 74054227
Autor



Alex Junior Cardozo Mendoza
DNI: 73108883
Autor



Ing. Mg. José Luis Piedra Tineo
DNI: 45376157
Asesor

6.2. Recomendaciones

Recomendamos que, ante un evento sísmico en el futuro, de magnitud moderada hacia adelante, se ejecute estudios o análisis sismorresistentes para todos los bloques del colegio emblemático Jaén de Bracamoros. Aclaremos conocer correctamente la aplicación del análisis estático y dinámico. Algunos cálculos se realizan manualmente para verificar que se está llevando a cabo correctamente el estudio. El profesional responsable de modelar cualquier estructura en el software Etabs debe tener criterio para poder aceptar o rechazar los resultados obtenidos.

Para el modelado de estructuras se debe conocer anticipadamente los parámetros sísmicos (Z, U, C, S, R, I) de la NTE E.030. Se aclara que el modelado forma parte de un proceso iterativo; primero, se asume la estructura sin irregularidades, con un factor coeficiente base del cortante igual a 1, una sección de columnas base, que posteriormente estas van siendo modificadas de acuerdo a los resultados. También se recomienda que en el modelado de cualquier estructura en el software Etabs se debe verificar que los nodos (uniones entre vigas y columnas) de la estructura deben estar correctamente unidos para que al momento de correr el modelo los valores sean los verdaderos, también es conveniente que se revise de manera reiterada todos los planos relacionados a la estructura en estudio.

Se recomienda que cuando se realice el análisis estático de una estructura, se debe realizar el metrado de cargas antes de la modelación de una edificación en Etabs para que cuando se ingrese el porcentaje de carga viva al software tengamos una idea de cuánto podría ser el peso de cada piso y así estar seguros de que el software calcule de manera adecuada la masa de los pisos independientemente, también se recomienda tener en claro todas las cargas a insertar, por ejemplo, las cargas muertas de los acabados, tabiquería, ventanas, puertas, techo inclinado, etc.



Alexander Barboza Altamirano
DNI: 74054227
Autor



Alex Junior Cardozo Mendoza
DNI: 73108883
Autor



Ing. Mg. José Luis Piedra Tineo
DNI: 45376157
Asesor

Del análisis dinámico de una estructura, se recomienda verificar constantemente el periodo de vibración, en el proceso iterativo de modelación o cuando se realiza un cambio o modificación; posteriormente en este análisis dinámico se debe interpretar correctamente la aceleración espectral para la dirección vertical.

Se recomienda tener en cuenta, al momento de verificar desplazamientos o derivas de un piso, algunas de ellas serán mayores significativamente con respecto a las derivas de los pisos adyacentes; ya que se debe básicamente a los modos de vibración y en otras se debe a la extrema rigidez de pisos en la estructura.



Alexander Barboza Altamirano
DNI: 74054227
Autor



Alex Junior Cardozo Mendoza
DNI: 73108883
Autor



Ing. Mg. José Luis Piedra Tineo
DNI: 45376157
Asesor

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abad, D. M., & Guivar, N. (2019). *Comportamiento Estructural Sismorresistente Mediante el Análisis Estático Aplicando la Nueva Norma E-030- 2018 en la I. E. Sagrado Corazón, Jaén 2019* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de Jaén]. Repositorio institucional - Universidad Nacional de Jaén.
<http://repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/253>
- Acero, J. A. (4 de noviembre de 2020). *PREDIMENSIONAMIENTO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE CONCRETO ARMADO*. INGENIERÍA CIVIL.
- Aceros Arequipa. (noviembre de 2 de 2019). *Construyendo seguro*. Consejos para hacer una buena configuración estructural de los edificios:
<https://www.construyendoseguro.com/consejos-para-hacer-una-buena-configuracion-estructural-de-los-edificios/>
- Aguirre, H., Gallegos, M. F., & Lara, M. L. (2018). Estructuras Aporticadas de Hormigón Armado que Colapsaron en el Terremoto del 16 de Abril de 2016 en Tabuga - Ecuador. *Revista Politécnica*, 42(1), 37-46.
https://revistapolitecnica.epn.edu.ec/ojs2/index.php/revista_politecnica2/article/view/961
- Altamirano, R. (2021). *Desempeño sismorresistente del pabellón "D" de educación secundaria de la Institución Educativa de San Ramón - Cajamarca* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio institucional - Universidad Nacional de Cajamarca. <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/4433>



Alexander Barboza Altamirano
 DNI: 74054227
 Autor



Alex Junior Cardozo Mendoza
 DNI: 73108883
 Autor



Ing. Mg. José Luis Piedra Tineo
 DNI: 45376157
 Asesor

Angulo, M., Ballesteros, J., Monterroza, L., Molano, K., Ortiz, E., & Padilla, L. S. (2018).

Respuesta de Elementos Estructurales Sometidos a Cargas Combinadas.

<https://n9.cl/cavcz>

Bravo, A. M., & Montenegro, E. P. (2018). *Evaluación del desempeño sísmico de los bloques B*

y C del conjunto multifamiliar Colibrí ubicado en la ciudad de Chiclayo [Tesis de

licenciatura, Universidad Nacional Pedro Ruíz Gallo]. Repositorio institucional -

Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. <https://hdl.handle.net/20.500.12893/3244>

Cabanillas, F. M. (2018). *Comportamiento estructural del edificio de Industrias Alimentarias de*

la Universidad Nacional de Cajamarca con diferentes tipos de arriostres, 2017 [Tesis de

licenciatura, Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio institucional -

Universidad Nacional de Cajamarca. <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/2510>

Caiza, P., Cevallos, A., Burbano, A., & Moreano, R. (2018). Vulnerabilidad de estructuras en

base a los periodos de vibración. *Congreso de Ciencia y Tecnología ESPE, 13(1)*, 33-36.

doi:<https://doi.org/10.24133/cctespe.v13i1.777>

Carrasco, E. L., & Villanueva, J. R. (2019). *Modelado Estructural y Diseño Sísmico de una*

Edificación de Albañilería Confinada de 3, 4 Y 5 Niveles para la Ciudad de Jaén [Tesis

de licenciatura, Universidad Nacional de Jaén]. Repositorio institucional - Universidad

Nacional de Jaén. <http://repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/245>

Corporación de Industrias Plásticas S. A. (28 de abril de 2018). *¿Cómo afecta un sismo a una*

edificación? GRUPOCIPSA: [https://www.cipsa.com.mx/32/noticias/%C2%BFcomo-](https://www.cipsa.com.mx/32/noticias/%C2%BFcomo-afecta-un-sismo-a-una-edificacion/)

[afecta-un-sismo-a-una-edificacion/](https://www.cipsa.com.mx/32/noticias/%C2%BFcomo-afecta-un-sismo-a-una-edificacion/)



Alexander Barboza Altamirano
DNI: 74054227
Autor



Alex Junior Cardozo Mendoza
DNI: 73108883
Autor



Ing. Mg. José Luis Piedra Tineo
DNI: 45376157
Asesor

- Crisafulli, F. J. (2018). *Diseño sismorresistente de construcciones de acero (5ta ed.)*.
Universidad Nacional de Cuyo.
https://www.construccionenacero.com/sites/construccionenacero.com/files/publicacion/diseño_sismorresistente_de_construcciones_de_acero-5ta_ed.pdf
- Díaz, J. J., & Díaz, C. L. (2020). *Evaluación de desempeño sísmico del Hospital Regional de Lambayeque, ubicado en la provincia de Chiclayo, departamento Lambayeque* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo]. Repositorio institucional - Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. <https://hdl.handle.net/20.500.12893/8411>
- Dlubal Software. (29 de octubre de 2021). *Análisis modal*. Wiki de análisis de estructuras:
<https://www.dlubal.com/es/soluciones/servicios-en-linea/glosario/000113>
- Flores, J., Alcalde, S., Canales, M., & Chwastyk, M. (19 de febrero de 2020). *El palpitante Cinturón de Fuego*. Obtenido de NATIONAL GEOGRAPHIC ESPAÑA:
https://www.nationalgeographic.com.es/ciencia/palpitante-cinturon-fuego_15178
- Flores, Y. D., & Puma, Y. W. (2021). *Evaluación estructural sísmica del pabellón "A" de la institución educativa Parroquial San Martín de Porres, Tacna 2021* [Tesis de licenciatura, Universidad Privada de Tacna]. Repositorio institucional - Universidad Privada de Tacna. <http://repositorio.upt.edu.pe/handle/20.500.12969/1731>
- Fustamante, D. (2022). *Nivel de desempeño sísmico de una edificación de 11 pisos en la provincia de Chota usando el método del espectro capacidad-demanda* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio institucional - Universidad Nacional de Cajamarca. <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/4612>



Alexander Barboza Altamirano
DNI: 74054227
Autor



Alex Junior Cardozo Mendoza
DNI: 73108883
Autor



Ing. Mg. José Luis Piedra Tineo
DNI: 45376157
Asesor

Gallardo, R., & Vásquez, A. (2018). Respuesta no lineal de estructuras con muros de concreto reforzado. *Corporación Universidad de la Costa*, 14(2), 55-61.

doi:<https://doi.org/10.17981/ingecuc.14.2.2018.05>

Grados, P. M. (2018). *Aplicación del software Etabs para el diseño estructural de una edificación de 05 pisos con semisótano en San Isidro - 2018* [Tesis de licenciatura, Universidad Cesar Vallejo]. Repositorio institucional - Universidad César Vallejo.

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/40151>

Guerrero, N. A. (2021). *Evaluación estructural del bloque "B1" de la I. E. Jaén de Bracamoros de la ciudad de Jaén, 2019* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de Cajamarca].

Repositorio Institucional - Universidad Nacional de Cajamarca.

<http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/4389>

Hernández, D. A., & Tena, A. (20-23 de septiembre 2017). *El piso suave en edificaciones: Una mirada a la normativa y al diseño actual* [Discurso principal]. Congreso Nacional de Ingeniería Sísmica, Guadalajara, Jalisco, México.

Hernández, S. (2017). *Revisión del comportamiento sísmico de un edificio compuesto de 4 niveles para aulas* [Tesis de maestría, Universidad Nacional Autónoma de México].

Repositorio institucional - Universidad Nacional Autónoma de México.

<https://repositorio.unam.mx/contenidos/143055>

Instituto Nacional de Defensa Civil. (2018). *Los movimientos sísmicos*.

<https://www.indeci.gob.pe/wp-content/uploads/2018/09/movimientos-sismicos.pdf>

Juárez, A. (16 de octubre de 2020). *¿Qué es ETABS y qué puedes hacer con este software?*

ARCUX: <https://arcux.net/blog/que-es-etabs-y-que-puedes-hacer-con-este-software/>



Alexander Barboza Altamirano
DNI: 74054227
Autor



Alex Junior Cardozo Mendoza
DNI: 73108883
Autor



Ing. Mg. José Luis Piedra Tineo
DNI: 45376157
Asesor

López, M. A. (2017). *Evaluación de seguridad estructural de un edificio escolar de concreto reforzado de cuatro niveles, diseñado y construido en los años sesenta en la zona del pedregal de la Ciudad de México* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México]. Repositorio institucional - Universidad Nacional Autónoma de México.
<https://repositorio.unam.mx/contenidos/228115>

Morejón, G., Leyva, K., & Arco, B. R. (2017). Evaluación de la seguridad estructural de edificaciones posterremotos. *Ciencia en su PC*(4), 78-90.
<https://www.redalyc.org/journal/1813/181353794006/html/>

Mucha, J. (2019). *Evaluación del comportamiento sismorresistente de un centro educativo empleando la norma técnica E.030, anterior y la actual vigente* [Tesis de licenciatura, Universidad Continental]. Repositorio institucional - Universidad Continental.
<https://repositorio.upt.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12969/840/Almir%c3%b3n-Torres-Indigoyen-Sucasaire.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Palomino, M. R. (10 de diciembre de 2017). *Modelamiento: Estructuras*.
<https://gamart94.wixsite.com/estructuras/modelamiento>

Pérez, E. J., & Tequen, Y. J. (2021). *Comparativo Estructural del Sistema Aporticado y Albañilería Confinada de un Edificio Multifamiliar, Jaén – Cajamarca* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de Jaén]. Repositorio institucional - Universidad Nacional de Jaén. <http://repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/285>

Pérez, J. (1 de septiembre de 2021). *¿Qué es el método estático equivalente?* Espacio ingeniería:
<https://espacioingenieria.com/que-es-el-metodo-estatico-equivalente/>



Alexander Barboza Altamirano
DNI: 74054227
Autor



Alex Junior Cardozo Mendoza
DNI: 73108883
Autor



Ing. Mg. José Luis Piedra Tineo
DNI: 45376157
Asesor

- Ramírez, A., Gutiérrez, C. S., & Granados, J. M. (2019). Uso de la fibra sintética en el concreto estructural para edificaciones. *Redes de Ingeniería*, 10(1), 34-42.
doi:<https://doi.org/10.14483/2248762X.14250>
- Ramírez, Y. L. (2019). *Evaluación del comportamiento estructural de la tribuna del estadio Víctor Montoya Segura en la ciudad de Jaén - Cajamarca - Perú* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio institucional - Universidad Nacional de Cajamarca. <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/2796>
- Ramos, J. K. (2018). *Evaluación estructural del bloque A1 de la "I.E. Emblemática Jaén de Bracamoros", provincia de Jaén-Cajamarca* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio institucional - Universidad Nacional de Cajamarca. <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/1993>
- Razo, D. G. (2019). *Evaluación integral de la seguridad estructural de edificaciones existentes dañadas por sismos de gran magnitud* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México]. Repositorio institucional - Universidad Nacional Autónoma de México. <https://repositorio.unam.mx/contenidos/3430361>
- Razo, D. G., & García, O. (2020). Evaluación integral de la seguridad estructural de edificaciones existentes dañadas por sismos de gran magnitud. *Ingeniería Sísmica*(104), 51-71. doi:<https://doi.org/10.18867/ris.104.565>
- Reglamento Nacional de Edificaciones. (2019). *Norma Técnica E.030 - Diseño Sismoresistente (Capítulo 2)*. <https://busquedas.elperuano.pe/download/url/anexo-de-rm-n-355-2018-vivienda-mediante-la-cual-se-modi-anexo-rm-n355-2018-vivienda-1720685-1>



Alexander Barboza Altamirano
DNI: 74054227
Autor



Alex Junior Cardozo Mendoza
DNI: 73108883
Autor



Ing. Mg. José Luis Piedra Tineo
DNI: 45376157
Asesor

- Valencia, G. A. (2019). *Evaluación del comportamiento estructural de un edificio dañado y rehabilitado tras el sismo del 19 de septiembre de 2017* [Tesis de maestría, Universidad Nacional Autónoma de México]. Repositorio institucional - Universidad Nacional Autónoma de México. <https://repositorio.unam.mx/contenidos/3541901>
- Velasco, D. A. (2018). *Evaluación del comportamiento sísmico en estructuras con irregularidad en planta y elevación* [Tesis de maestría, Universidad Nacional Autónoma de México]. Repositorio institucional - Universidad Nacional Autónoma de México. <https://repositorio.unam.mx/contenidos/337197>
- Vera, R. Y. (2017). *Evaluación del comportamiento estructural de una vivienda autoconstruida el año 2012, sector camino real II, calle Tres Marías - provincia de Jaén* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio institucional - Universidad Nacional de Cajamarca. <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/1519>
- Villarreal, G. A. (2020). Interacción suelo estructura en edificaciones con zapataz aisladas. *Ingeniería de Estructuras*, 25(3), 311-332. doi:<http://dx.doi.org/10.24133/riie.v25i3.1689>
- Wikipedia. (31 de agosto de 2019). *Análisis dinámico*. <https://cutt.ly/ASVzWJE>
- Yanqui, A. E., & Paniagua, G. B. (2020). *Evaluación estructural sísmico del pabellón "C" del C.E.I. 225 Niños Héroes, Tacna 2020* [Tesis de licenciatura, Universidad Privada de Tacna]. Repositorio institucional - Universidad Privada de Tacna. <http://repositorio.upt.edu.pe/handle/20.500.12969/1560>



Alexander Barboza Altamirano
DNI: 74054227
Autor



Alex Junior Cardozo Mendoza
DNI: 73108883
Autor



Ing. Mg. José Luis Piedra Tineo
DNI: 45376157
Asesor

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mi Dios en primer lugar por todo, sin él nada es posible y no existen límites para describir todo lo que ha hecho por mí.

Agradezco a mi madre por su apoyo incondicional, ella es mi ayuda y soporte en todo momento.

Agradezco a mi padre y familia por sus palabras de ánimo que han cultivado fuerzas dentro de mí.

Alexander Barboza Altamirano

A Dios por guiarme en mi camino de formación profesional.

A mi madre Yeny Mendoza Medina por sus consejos; y por motivarme a superar las dificultades presentadas en la Universidad.

A mis familiares que estuvieron pendientes de mi progreso académico como estudiante universitario.

Al ingeniero José Luis Piedra Tineo por el asesoramiento en esta Tesis.

Alex Junior Cardozo Mendoza



Alexander Barboza Altamirano
DNI: 74054227
Autor



Alex Junior Cardozo Mendoza
DNI: 73108883
Autor



Ing. Mg. José Luis Piedra Tineo
DNI: 45376157
Asesor

DEDICATORIA

A Dios dedico esta investigación, pues sin él no lo habría logrado. Ha sido propicio a mis desatinos y desánimos, pero nunca te rendiste conmigo y he aquí el fruto de tu amor.

A los docentes de la Universidad Nacional de Jaén por sus enseñanzas y consejos, por la exigencia hacia mi persona para lograr mi estatus actual.

Al ingeniero José Luis Piedra Tineo por su dirección y apoyo sin igual a mi persona para dirigirme y obtener como resultado esta investigación.

Alexander Barboza Altamirano

Dedico esta Tesis a mi madre Yeny Mendoza, por apoyarme y confiar en mí desde que elegí estudiar la carrera de Ingeniería Civil; a mi abuelita Juana Medina Jiménez, por brindarme su amor y motivación durante mi etapa universitaria.

Alex Junior Cardozo Mendoza



Alexander Barboza Altamirano
DNI: 74054227
Autor



Alex Junior Cardozo Mendoza
DNI: 73108883
Autor



Ing. Mg. José Luis Piedra Tineo
DNI: 45376157
Asesor

ANEXOS

ANEXO 1: Proceso del modelamiento del bloque C en el software ETABS.

ANEXO 2: Autorización de ingreso a la institución educativa Jaén de Bracamoros.

ANEXO 3: Panel fotográfico del bloque C.

ANEXO 4: Planos arquitectónicos del bloque C.

ANEXO 5: Licencia del software Etabs.



Alexander Barboza Altamirano
DNI: 74054227
Autor



Alex Junior Cardozo Mendoza
DNI: 73108883
Autor



Ing. Mg. José Luis Piedra Tineo
DNI: 45376157
Asesor

ANEXO 1: Proceso del modelamiento del bloque C en el software ETABS.

Figura 11

Definición de Grillas

Grid System Data

Grid System Name:

System Origin:
 Global X: m
 Global Y: m
 Rotation: deg

Story Range Option:
 Default - All Stories
 User Specified
 Top Story:
 Bottom Story:
 Base:

Click to Modify/Show:

Options:
 Bubble Size: m
 Grid Color:

Rectangular Grids:
 Display Grid Data as Ordinates
 Display Grid Data as Spacing

X Grid Data

Grid ID	X Ordinate (m)	Visible	Bubble Loc
A	0	Yes	End
B	3.95	Yes	End
C	7.9	Yes	End
D	11.85	Yes	End
E	15.8	Yes	End

Y Grid Data

Grid ID	Y Ordinate (m)	Visible	Bubble Loc
1	0	Yes	Start
2	2.4	Yes	Start
3	6.21	Yes	Start
4	9.85	Yes	Start
5	10.475	Yes	Start
6	11.475	Yes	Start

General Grids

Grid ID	X1 (m)	Y1 (m)	X2 (m)	Y2 (m)	Visible	Bubble Loc

OK Cancel



Alexander Barboza Altamirano
 DNI: 74054227
 Autor



Alex Junior Cardozo Mendoza
 DNI: 73108883
 Autor



Ing. Mg. José Luis Piedra Tineo
 DNI: 45376157
 Asesor

Figura 12

Definición de Story

Story	Height m	Elevation m	Master Story	Similar To	Splice Story	Splice Height m	Story Color
Story4	1.97	14.42	No	None	No	0	Blue
Story3	4.15	12.45	No	Story1	No	0	Green
Story2	4.15	8.3	No	Story1	No	0	Cyan
Story1	4.15	4.15	Yes	None	No	0	Red
Base		0					

Note: Right Click on Grid for Options

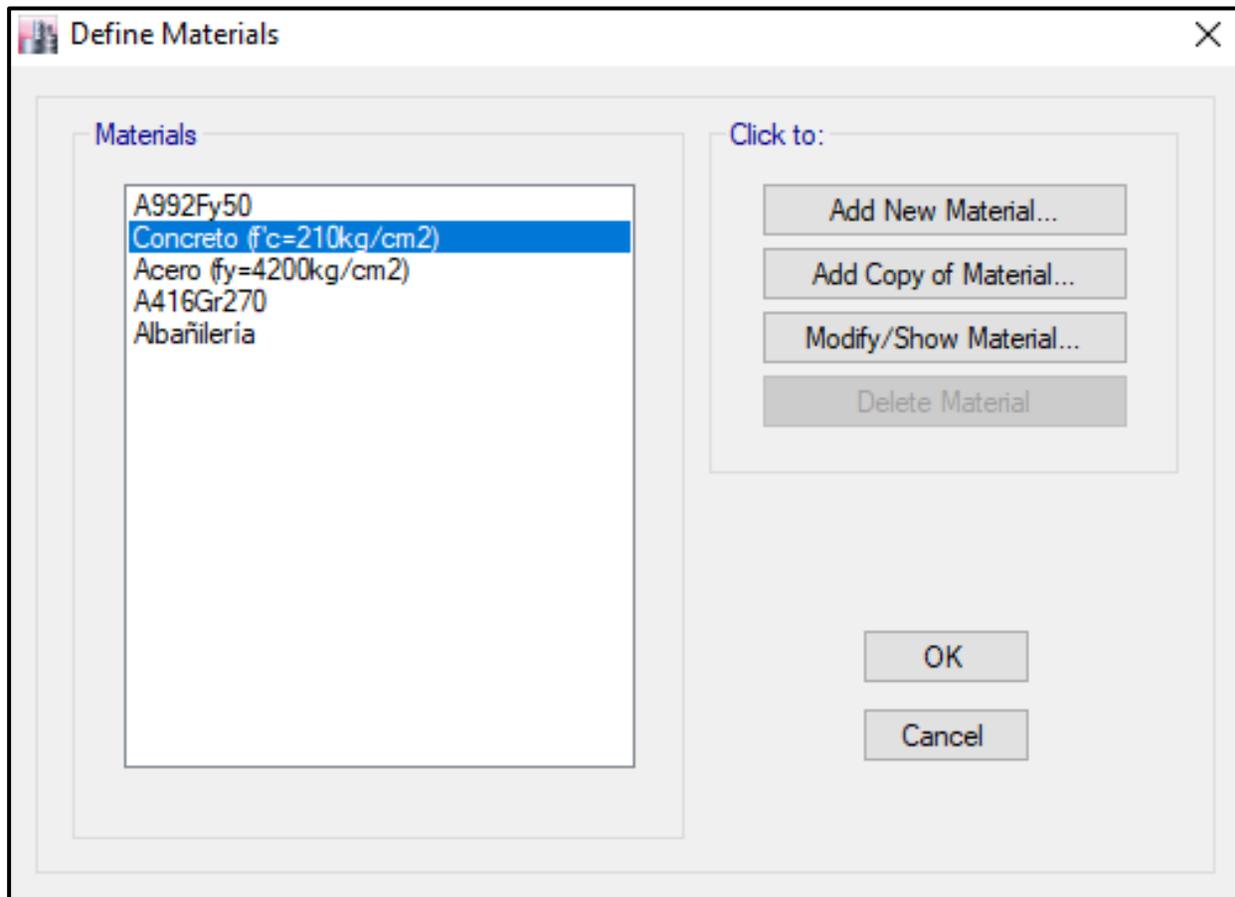
Refresh View

OK Cancel

Alexander Barboza Altamirano
DNI: 74054227
Autor

Alex Junior Cardozo Mendoza
DNI: 73108883
Autor

Ing. Mg. José Luis Piedra Tineo
DNI: 45376157
Asesor

Figura 13*Definición de Materiales*

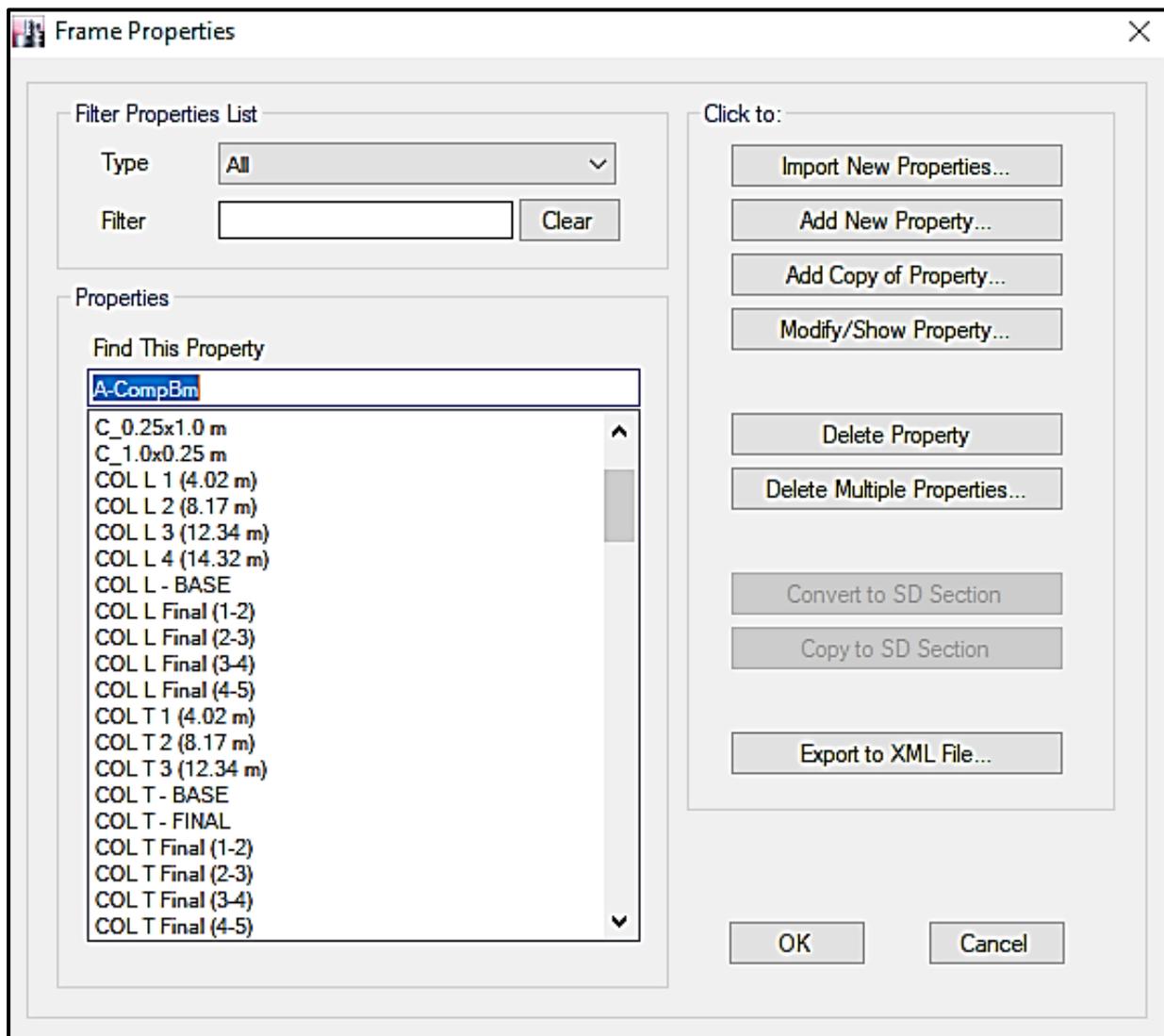
Alexander Barboza Altamirano
DNI: 74054227
Autor

Alex Junior Cardozo Mendoza
DNI: 73108883
Autor

Ing. Mg. José Luis Piedra Tineo
DNI: 45376157
Asesor

Figura 14

Definición de Secciones de Viga



Alexander Barboza Altamirano
DNI: 74054227
Autor

Alex Junior Cardozo Mendoza
DNI: 73108883
Autor

Ing. Mg. José Luis Piedra Tineo
DNI: 45376157
Asesor

Figura 15*Propiedades de las Columnas con Sección Cuadrada*

Frame Section Property Data

General Data

Property Name: C 0.25x0.60m

Material: $f_c=210\text{kg/cm}^2$

Notional Size Data: Modify/Show Notional Size...

Display Color: Change...

Notes: Modify/Show Notes...

Shape

Section Shape: Concrete Rectangular

Section Property Source

Source: User Defined

Section Dimensions

Depth: 0.25 m

Width: 0.6 m

Property Modifiers: Modify/Show Modifiers... (Currently Default)

Reinforcement: Modify/Show Rebar...

OK

Cancel

Show Section Properties...

Alexander Barboza Altamirano
DNI: 74054227
Autor

Alex Junior Cardozo Mendoza
DNI: 73108883
Autor

Ing. Mg. José Luis Piedra Tineo
DNI: 45376157
Asesor

Figura 16

Propiedades de las Vigas Peraltadas

Frame Section Property Data

General Data

Property Name: V_0.25x0.60 m

Material: $f_c=210\text{kg/cm}^2$

Notional Size Data: Modify/Show Notional Size...

Display Color: Change...

Notes: Modify/Show Notes...

Shape

Section Shape: Concrete Rectangular

Section Property Source

Source: User Defined

Section Dimensions

Depth: 0.6 m

Width: 0.25 m

Property Modifiers

Modify/Show Modifiers...
Currently Default

Reinforcement

Modify/Show Rebar...

OK

Cancel

Show Section Properties...

Alexander Barboza Altamirano
DNI: 74054227
Autor

Alex Junior Cardozo Mendoza
DNI: 73108883
Autor

Ing. Mg. José Luis Piedra Tineo
DNI: 45376157
Asesor

Figura 17

Propiedades de las Columnas con Sección en L

Frame Section Property Data

General Data

Property Name: COL L 3 (12.34 m)

Material: $f_c=210\text{kg/cm}^2$

Notional Size Data: Modify/Show Notional Size...

Display Color: Change...

Notes: Modify/Show Notes...

Shape

Section Shape: Concrete L

Section Property Source

Source: User Defined

Section Dimensions

Total Depth	1.6117	m
Total Width	0.6	m
Horizontal Leg Thickness	0.25	m
Vertical Leg Thickness At Corner	0.25	m
Vertical Leg Thickness At Tip	0.25	m

Show Section Properties...

Property Modifiers

Modify/Show Modifiers...
Currently Default

Reinforcement

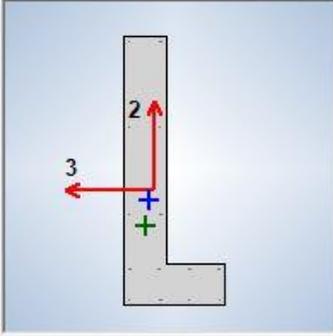
Modify/Show Rebar...

Mirror

Mirror About Local 2-Axis

Mirror About Local 3-Axis

OK Cancel




Alexander Barboza Altamirano
DNI: 74054227
Autor



Alex Junior Cardozo Mendoza
DNI: 73108883
Autor



Ing. Mg. José Luis Piedra Tineo
DNI: 45376157
Asesor

Figura 18

Propiedades de las Columnas con Sección en T

Frame Section Property Data

General Data

Property Name: COL T 2 (8.17 m)

Material: $f_c=210\text{kg/cm}^2$

Notional Size Data: Modify/Show Notional Size...

Display Color: Change...

Notes: Modify/Show Notes...

Shape

Section Shape: Concrete Tee

Section Property Source

Source: User Defined

Section Dimensions

Total Depth	1.3205	m
Total Width	1	m
Flange Thickness	0.25	m
Web Thickness At Flange	0.25	m
Web Thickness At Tip	0.25	m

Show Section Properties...

Property Modifiers

Modify/Show Modifiers...
Currently Default

Reinforcement

Modify/Show Rebar...

Mirror

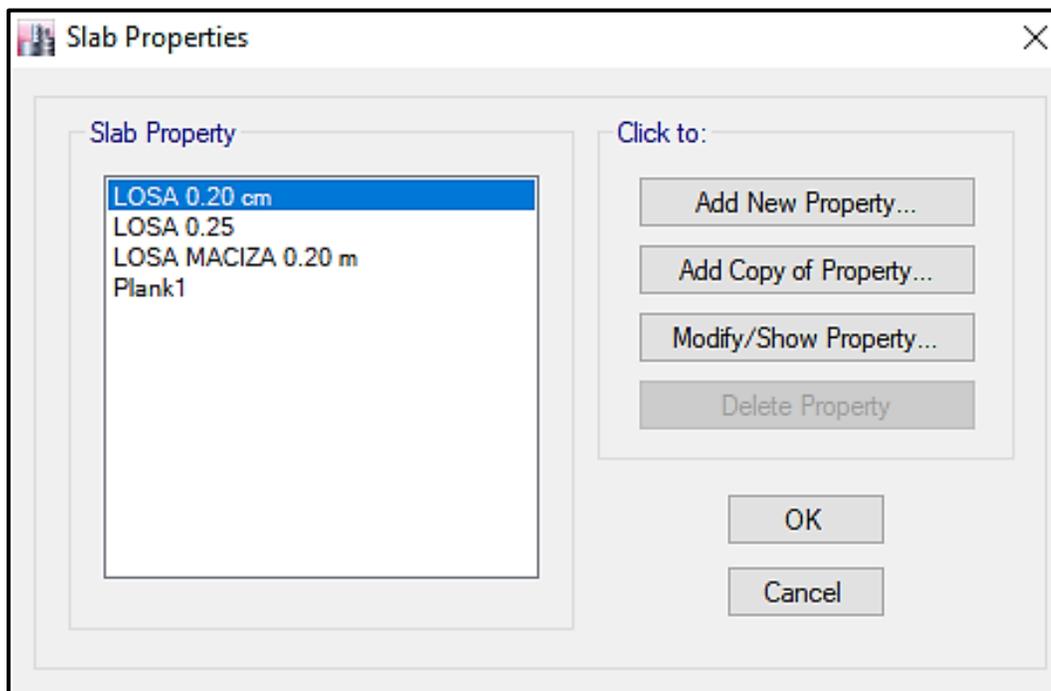
Mirror About Local 3-Axis

OK Cancel

Alexander Barboza Altamirano
DNI: 74054227
Autor

Alex Junior Cardozo Mendoza
DNI: 73108883
Autor

Ing. Mg. José Luis Piedra Tineo
DNI: 45376157
Asesor

Figura 19*Definición de Secciones de Losa*

Alexander Barboza Altamirano
DNI: 74054227
Autor

Alex Junior Cardozo Mendoza
DNI: 73108883
Autor

Ing. Mg. José Luis Piedra Tineo
DNI: 45376157
Asesor

Figura 20*Definición de Losa de 0.25 m*

Slab Property Data

General Data

Property Name: LOSA 0.25

Slab Material: fc=210kg/cm2

Notional Size Data: Modify/Show Notional Size...

Modeling Type: Shell-Thin

Modifiers (Currently Default): Modify/Show...

Display Color: [Dark Grey] Change...

Property Notes: Modify/Show...

Property Data

Type: Ribbed

Overall Depth: 0.25 m

Slab Thickness: 0.05 m

Stem Width at Top: 0.1 m

Stem Width at Bottom: 0.1 m

Rib Spacing (Perpendicular to Rib Direction): 0.4 m

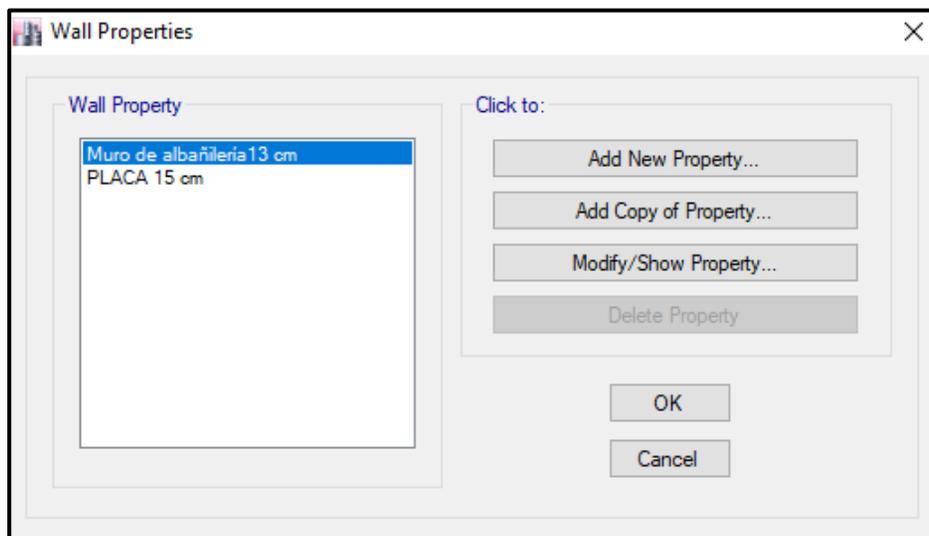
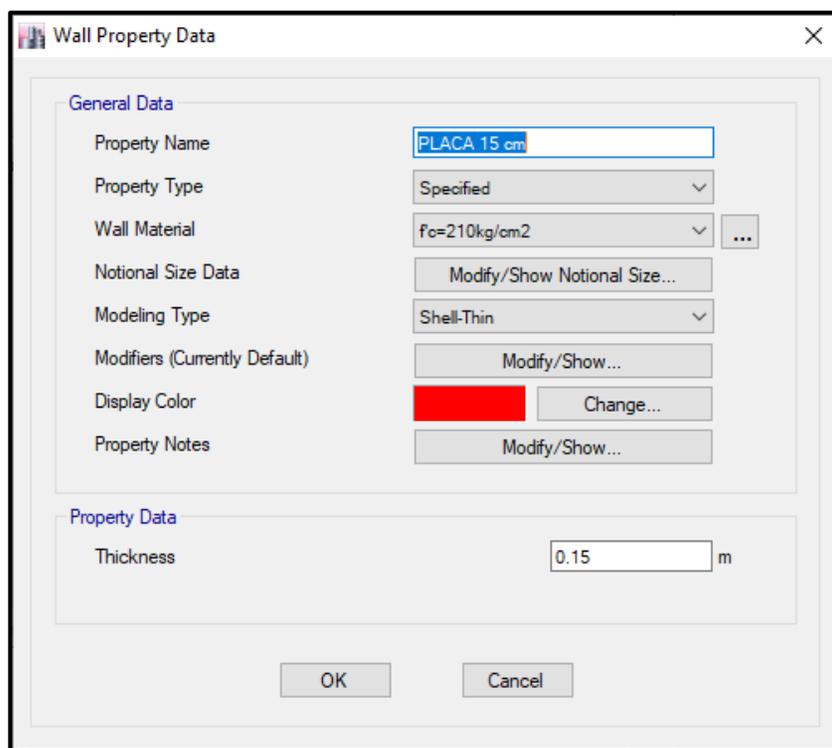
Rib Direction is Parallel to: Local 1 Axis

OK Cancel

Alexander Barboza Altamirano
DNI: 74054227
Autor

Alex Junior Cardozo Mendoza
DNI: 73108883
Autor

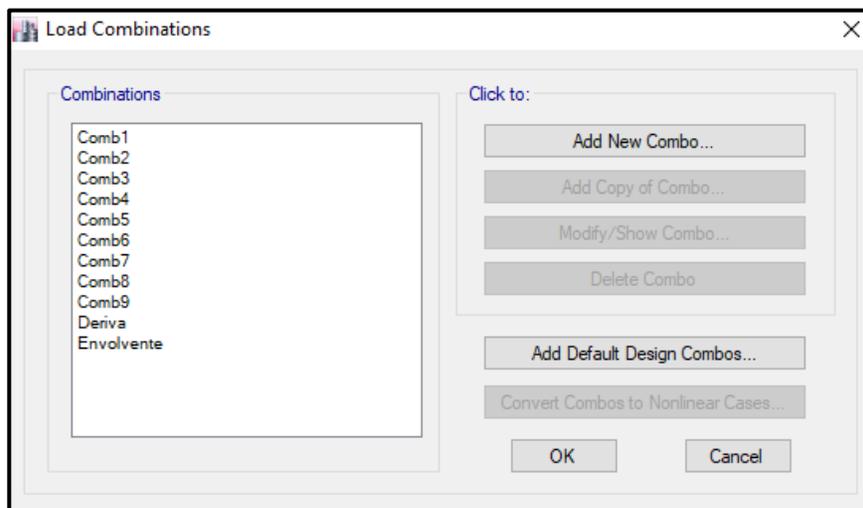
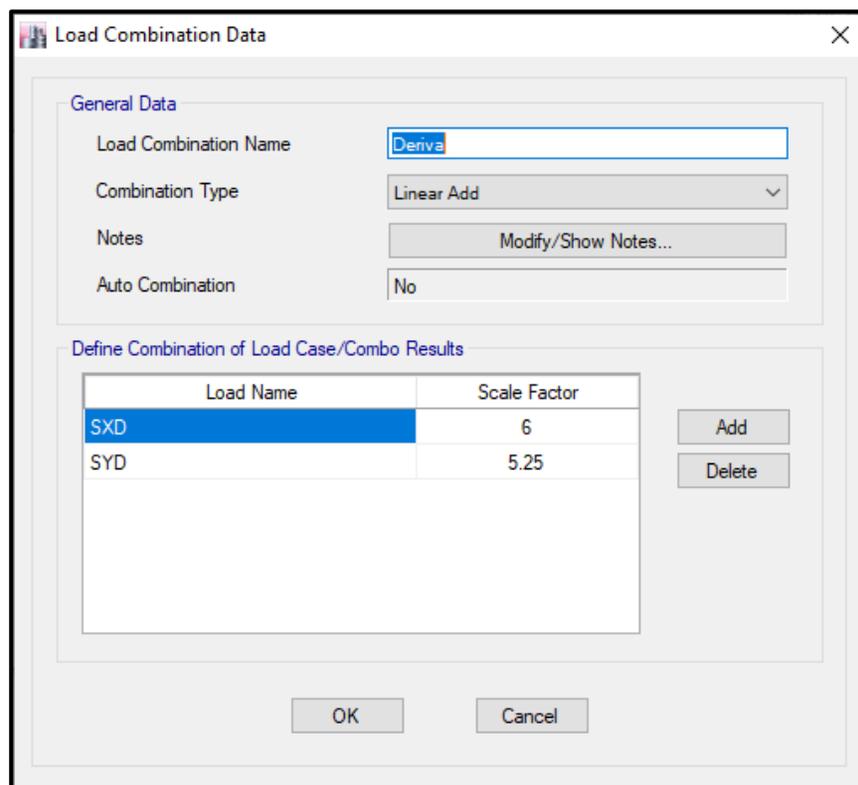
Ing. Mg. José Luis Piedra Tineo
DNI: 45376157
Asesor

Figura 21*Definición de Secciones de Pared***Figura 22***Definición de Placa de 0.15 m*

Alexander Barboza Altamirano
DNI: 74054227
Autor

Alex Junior Cardozo Mendoza
DNI: 73108883
Autor

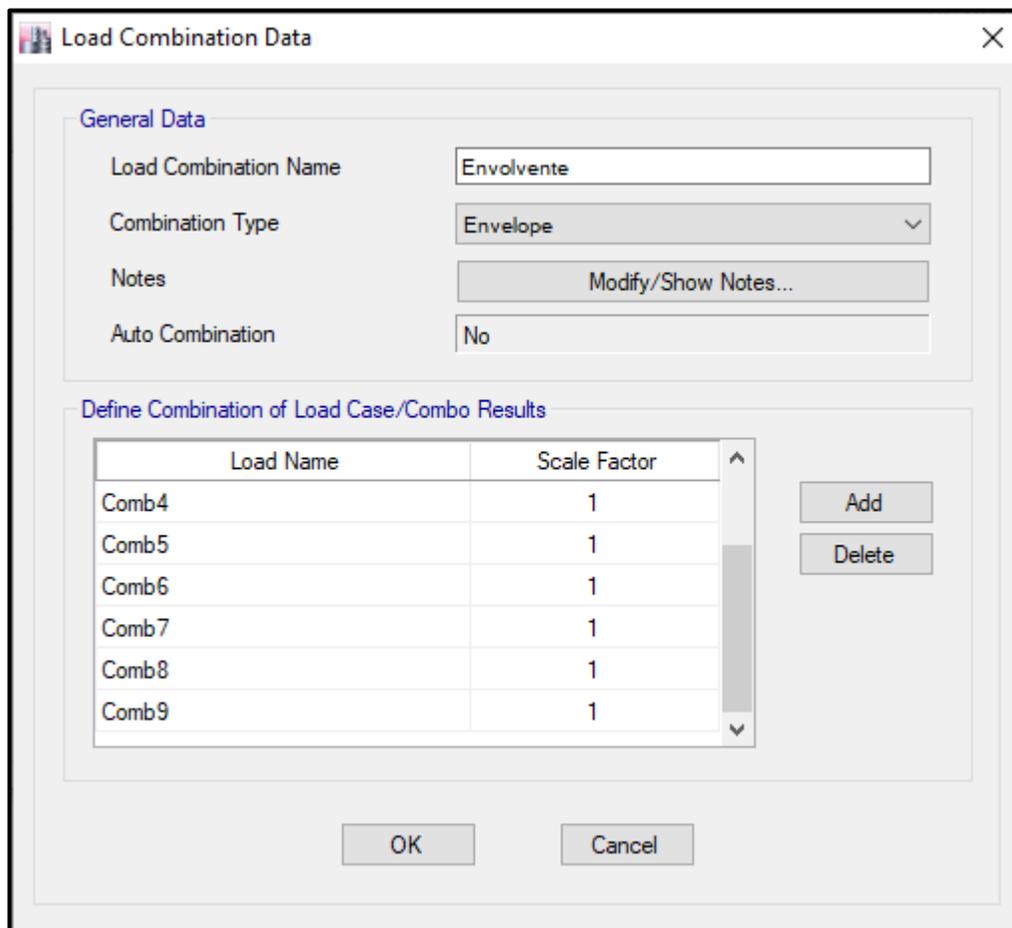
Ing. Mg. José Luis Piedra Tineo
DNI: 45376157
Asesor

Figura 23*Combinaciones de Carga***Figura 24***Combinación de Carga "Deriva"*

Alexander Barboza Altamirano
DNI: 74054227
Autor

Alex Junior Cardozo Mendoza
DNI: 73108883
Autor

Ing. Mg. José Luis Piedra Tineo
DNI: 45376157
Asesor

Figura 25*Combinación de Carga “Envolvente”*

Load Combination Data

General Data

Load Combination Name: Envolvente

Combination Type: Envelope

Notes: Modify/Show Notes...

Auto Combination: No

Define Combination of Load Case/Combo Results

Load Name	Scale Factor
Comb4	1
Comb5	1
Comb6	1
Comb7	1
Comb8	1
Comb9	1

Add

Delete

OK Cancel



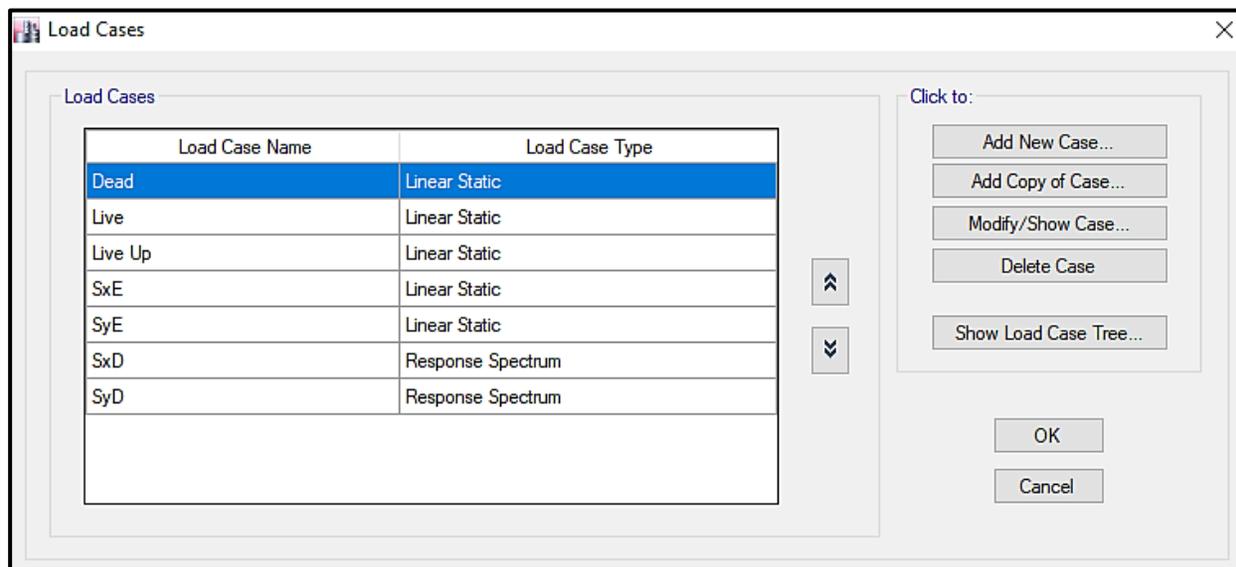
Alexander Barboza Altamirano
DNI: 74054227
Autor



Alex Junior Cardozo Mendoza
DNI: 73108883
Autor



Ing. Mg. José Luis Piedra Tineo
DNI: 45376157
Asesor

Figura 26*Casos de Carga*

Alexander Barboza Altamirano
DNI: 74054227
Autor

Alex Junior Cardozo Mendoza
DNI: 73108883
Autor

Ing. Mg. José Luis Piedra Tineo
DNI: 45376157
Asesor

Figura 27

Caso de Carga Dinámica que Usa el Espectro de Diseño

Load Case Data

General

Load Case Name: Design...

Load Case Type: Notes...

Exclude Objects in this Group:

Mass Source:

Loads Applied

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Acceleration	U1	Espectro de diseño X	9.8067

Info Add Delete Advanced

Other Parameters

Modal Load Case:

Modal Combination Method:

Include Rigid Response

Rigid Frequency, f1:

Rigid Frequency, f2:

Periodic + Rigid Type:

Earthquake Duration, td:

Directional Combination Type:

Absolute Directional Combination Scale Factor:

Modal Damping: Modify/Show...

Diaphragm Eccentricity: Modify/Show...

OK Cancel



Alexander Barboza Altamirano
DNI: 74054227
Autor



Alex Junior Cardozo Mendoza
DNI: 73108883
Autor



Ing. Mg. José Luis Piedra Tineo
DNI: 45376157
Asesor

Figura 28*Asignación de Modos de Vibración*

Modal Case Data

General

Modal Case Name: Modal [Design...]

Modal Case SubType: Eigen [Notes...]

Exclude Objects in this Group: Not Applicable

Mass Source: Peso estructura

P-Delta/Nonlinear Stiffness

Use Preset P-Delta Settings: None [Modify/Show...]

Use Nonlinear Case (Loads at End of Case NOT Included)

Nonlinear Case: []

Loads Applied

Advanced Load Data Does NOT Exist Advanced

Other Parameters

Maximum Number of Modes: 9

Minimum Number of Modes: 1

Frequency Shift (Center): 0 cyc/sec

Cutoff Frequency (Radius): 0 cyc/sec

Convergence Tolerance: 1E-09

Allow Auto Frequency Shifting

OK Cancel

Alexander Barboza Altamirano
DNI: 74054227
Autor

Alex Junior Cardozo Mendoza
DNI: 73108883
Autor

Ing. Mg. José Luis Piedra Tineo
DNI: 45376157
Asesor

Figura 29

Definición de Patrones de Carga

Load	Type	Self Weight Multiplier	Auto Lateral Load
Dead	Dead	1	
Dead	Dead	1	
Live	Live	0	
Live Up	Live	0	
SxE	Seismic	0	User Coefficient
SyE	Seismic	0	User Coefficient

Figura 30

Peso de la Estructura

Load Pattern	Multiplier
Live	0.5
Live	0.5
Live Up	0.5

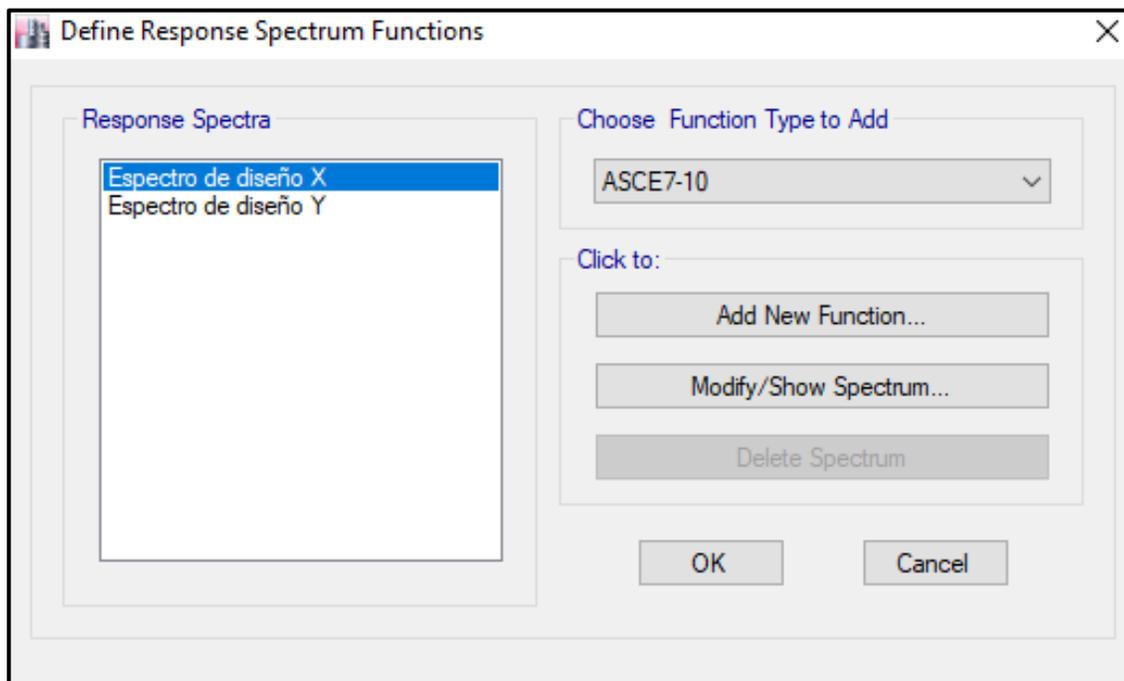
Alexander Barboza Altamirano
DNI: 74054227
Autor

Alex Junior Cardozo Mendoza
DNI: 73108883
Autor

Ing. Mg. José Luis Piedra Tineo
DNI: 45376157
Asesor

Figura 31

Definición de Funciones del Espectro de Respuesta

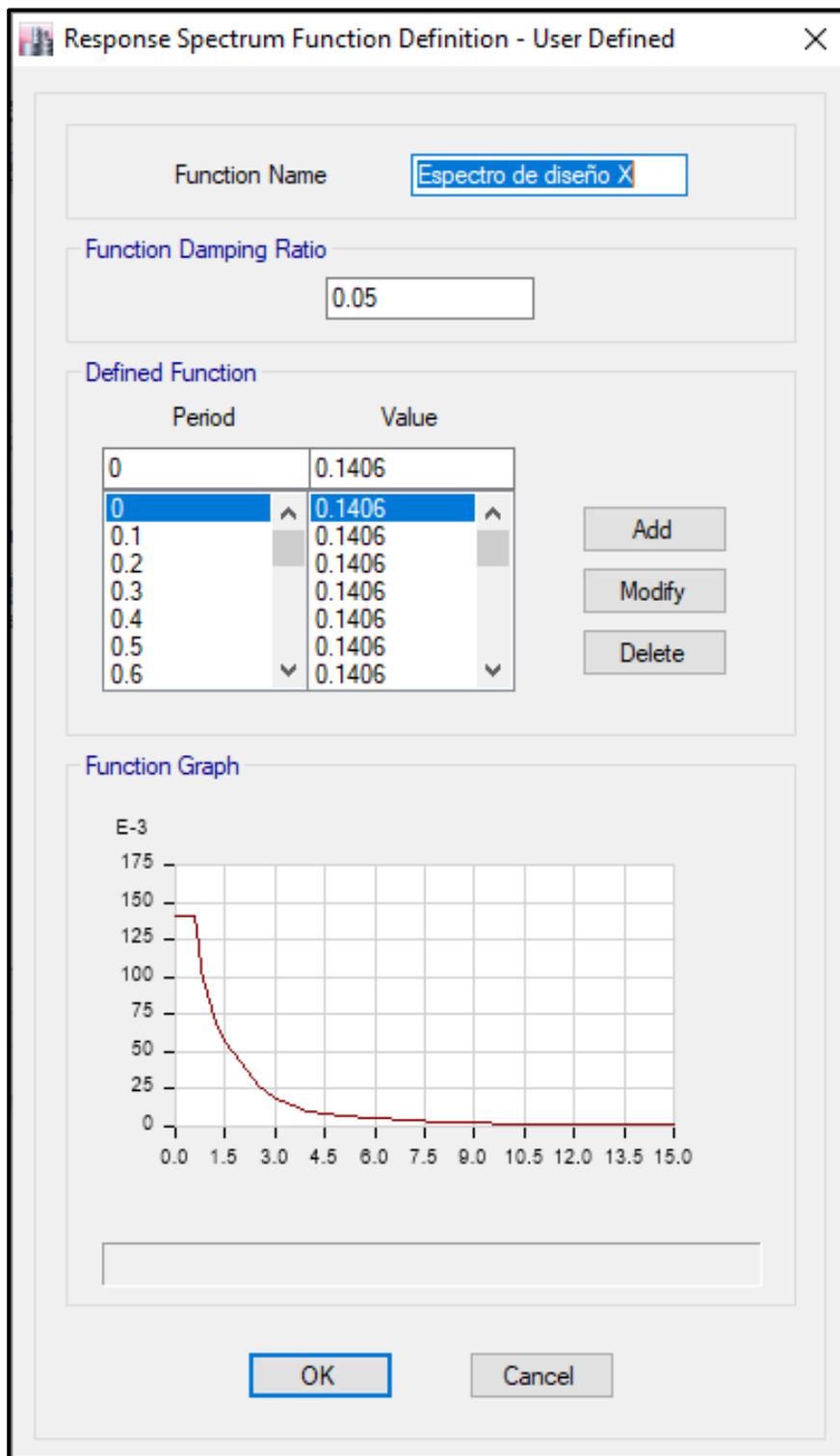


Alexander Barboza Altamirano
DNI: 74054227
Autor

Alex Junior Cardozo Mendoza
DNI: 73108883
Autor

Ing. Mg. José Luis Piedra Tineo
DNI: 45376157
Asesor

Figura 32

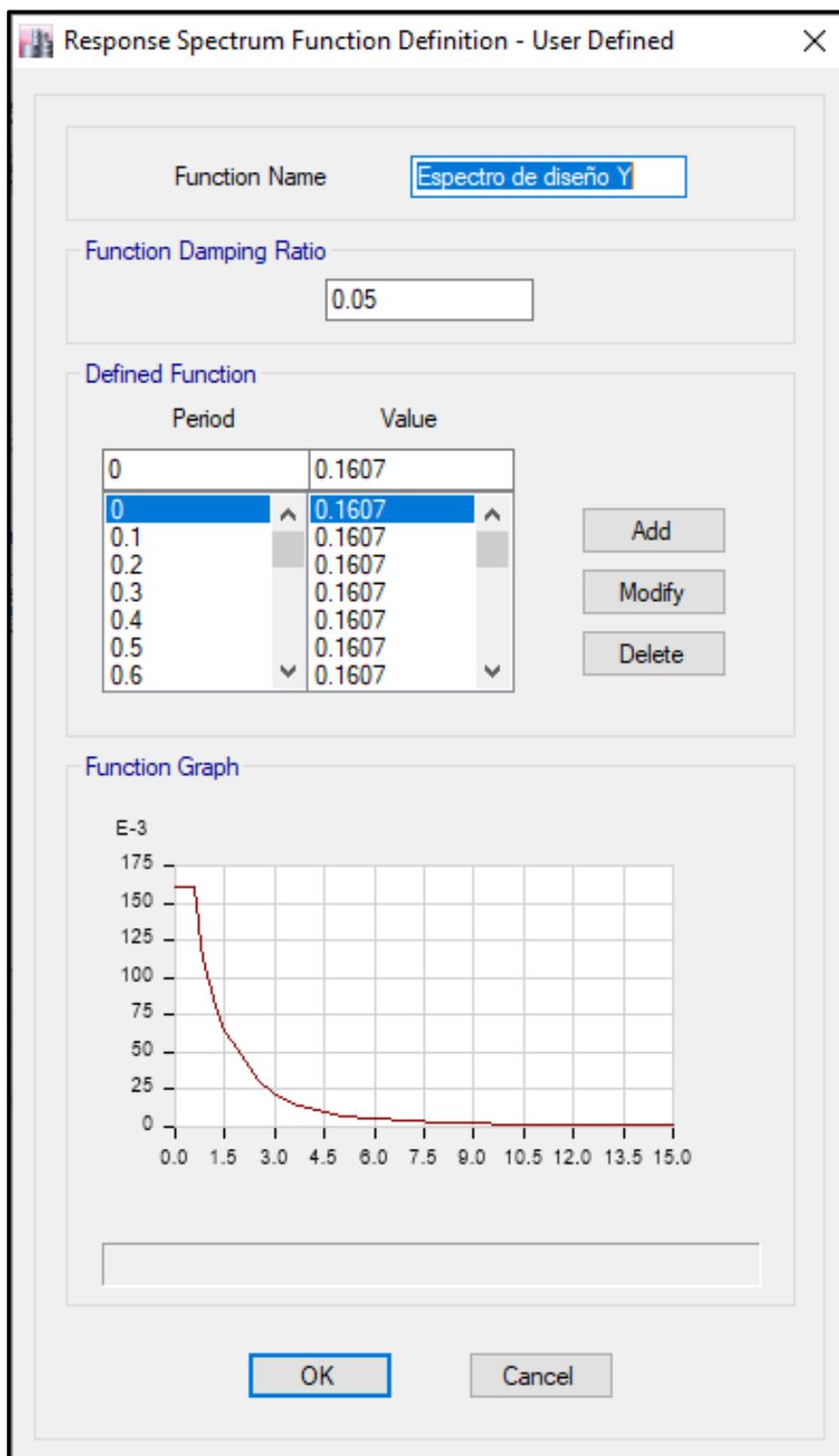
Espectro de Diseño para X

Alexander Barboza Altamirano
DNI: 74054227
Autor

Alex Junior Cardozo Mendoza
DNI: 73108883
Autor

Ing. Mg. José Luis Piedra Tineo
DNI: 45376157
Asesor

Figura 33

Espectro de Diseño para Y

Alexander Barboza Altamirano
DNI: 74054227
Autor

Alex Junior Cardozo Mendoza
DNI: 73108883
Autor

Ing. Mg. José Luis Piedra Tineo
DNI: 45376157
Asesor

ANEXO 2: Autorización de ingreso a la institución educativa Jaén de Bracamoros.

MINISTERIO DE EDUCACIÓN
DIRECCIÓN REGIONAL DE EDUCACIÓN CAJAMARCA
UNIDAD DE GESTIÓN EDUCATIVA LOCAL-JAÉN
INSTITUCIÓN EDUCATIVA EMBLEMÁTICA "JAÉN DE BRACAMOROS"

"AÑO DEL FORTALECIMIENTO DE LA SOBERANÍA NACIONAL"

Jaén, 21 de junio de 2022

CARTA N° 0010 - 2022-DRE-CAJ/UGEL-J/D.IE"JB"

SR:
Alexander Barboza Altamirano
Presente. –

ASUNTO : AUTORIZACIÓN PARA INGRESO AL BLOQUE C DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA PARA EJECUTAR TESIS.

Ref. : Solicitud de fecha 20 de junio del 2022.

Tengo el agrado de dirigirme a Usted para saludarlo cordialmente a nombre de la Institución Educativa "Jaén de Bracamoros" así mismo en atención al documento de la referencia **AUTORIZO**, el ingreso a la institución educativa a: **Alexander Barboza Altamirano con DNI N° 74054227 y Alex Junior Cardozo Mendoza con DNI N° 73108883**, con la finalidad de la "EVALUACIÓN ESTRUCTURAL SISMORESISTENTE DEL BLOQUE C DE LA I, E" para la culminación de su Tesis.

Es propicia la oportunidad para reiterar las muestras de mi especial consideración y estima personal.

Atentamente,

Dra. Sorela Arco Maldonado
DIRECCIÓN
DNI: 27 22850

SAM/Dir.
CC.Arch.

<https://jaendebracamoros.com/>
<https://web.facebook.com/emblematico.bracaomoros>

colosojaendebracamoros@gmail.com
 076-785722

Alexander Barboza Altamirano
DNI: 74054227
Autor

Alex Junior Cardozo Mendoza
DNI: 73108883
Autor

Ing. Mg. José Luis Piedra Tineo
DNI: 45376157
Asesor

ANEXO 3: Panel fotográfico del bloque C.**Figura 34***Vista Frontal del Bloque C - Tomado desde la Base***Figura 35***Vista Frontal del Bloque C – Tomado desde la Cúspide*

Alexander Barboza Altamirano
DNI: 74054227
Autor

Alex Junior Cardozo Mendoza
DNI: 73108883
Autor

Ing. Mg. José Luis Piedra Tineo
DNI: 45376157
Asesor

Figura 36

Verificación de Junta de Dilatación entre Bloque C y Bloque C1

**Figura 37**

Toma de Medida de la Columna



Alexander Barboza Altamirano
DNI: 74054227
Autor

Alex Junior Cardozo Mendoza
DNI: 73108883
Autor

Ing. Mg. José Luis Piedra Tineo
DNI: 45376157
Asesor

Figura 38

Verificación de Columnas Posteriores con T y L

**Figura 39**

Verificación de Columnas y Tabiquería



Alexander Barboza Altamirano
DNI: 74054227
Autor

Alex Junior Cardozo Mendoza
DNI: 73108883
Autor

Ing. Mg. José Luis Piedra Tineo
DNI: 45376157
Asesor

Figura 40*Verificación de Junta de Dilatación***Figura 41***Toma de Medida de Longitud Total del Bloque*

Alexander Barboza Altamirano
DNI: 74054227
Autor

Alex Junior Cardozo Mendoza
DNI: 73108883
Autor

Ing. Mg. José Luis Piedra Tineo
DNI: 45376157
Asesor

Figura 42

Toma de Medida de Elementos Estructurales en el Interior de las Aulas

**Figura 43**

Pasadizo del Bloque C

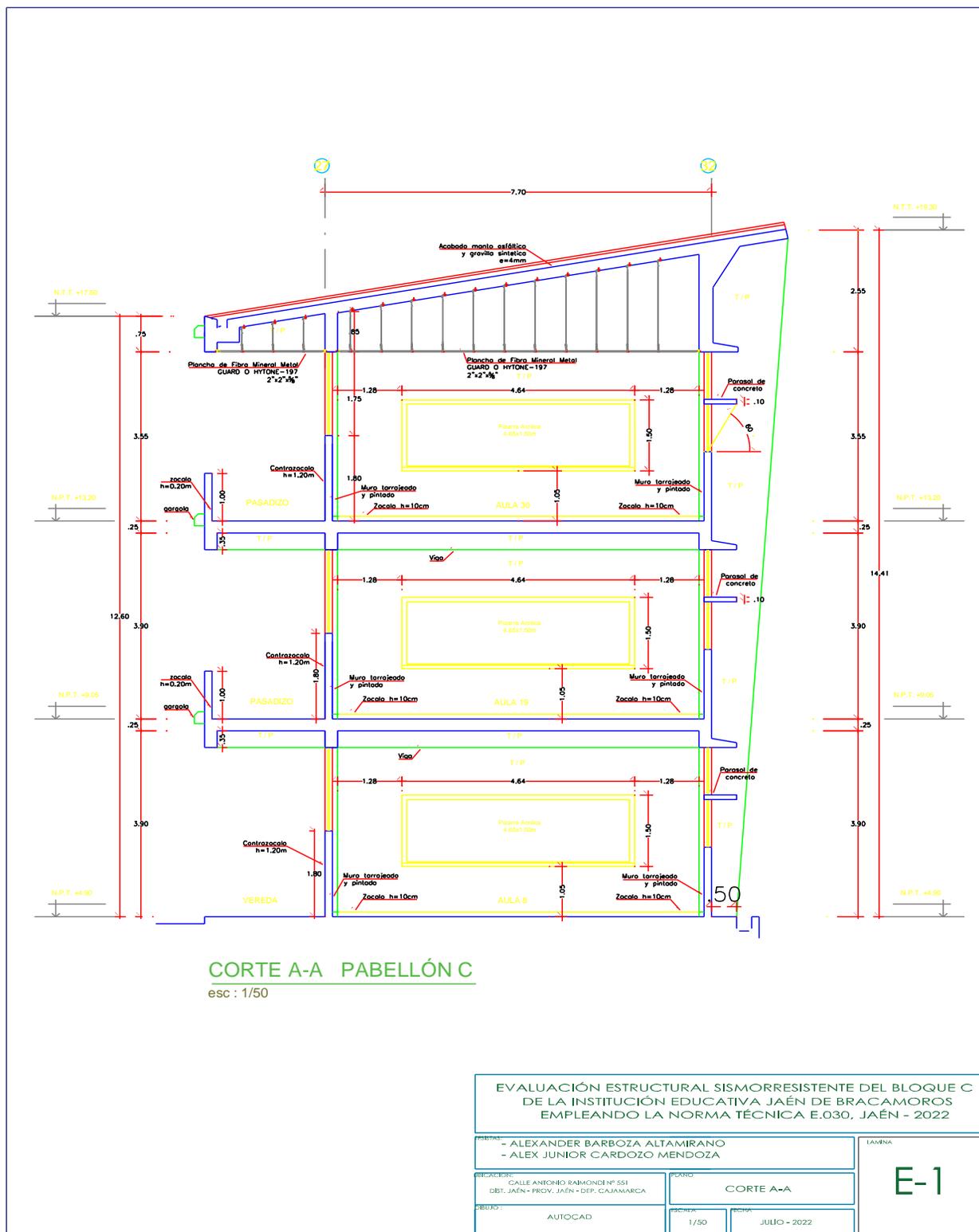


Alexander Barboza Altamirano
DNI: 74054227
Autor

Alex Junior Cardozo Mendoza
DNI: 73108883
Autor

Ing. Mg. José Luis Piedra Tineo
DNI: 45376157
Asesor

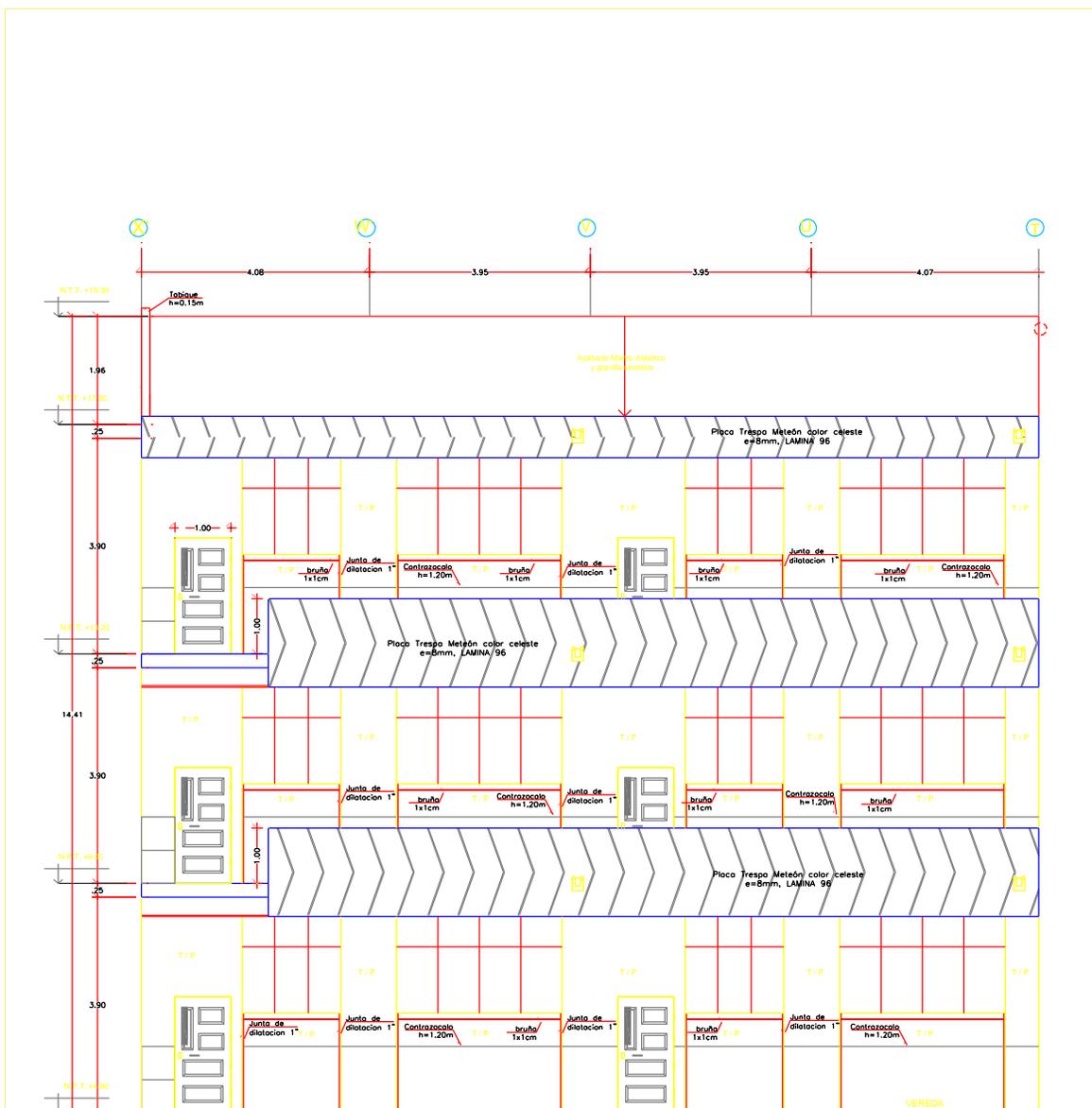
ANEXO 4: Planos arquitectónicos del bloque C.



Alexander Barboza Altamirano
DNI: 74054227
Autor

Alex Junior Cardozo Mendoza
DNI: 73108883
Autor

Ing. Mg. José Luis Piedra Tineo
DNI: 45376157
Asesor



ELEVACION 1 - PABELLON C

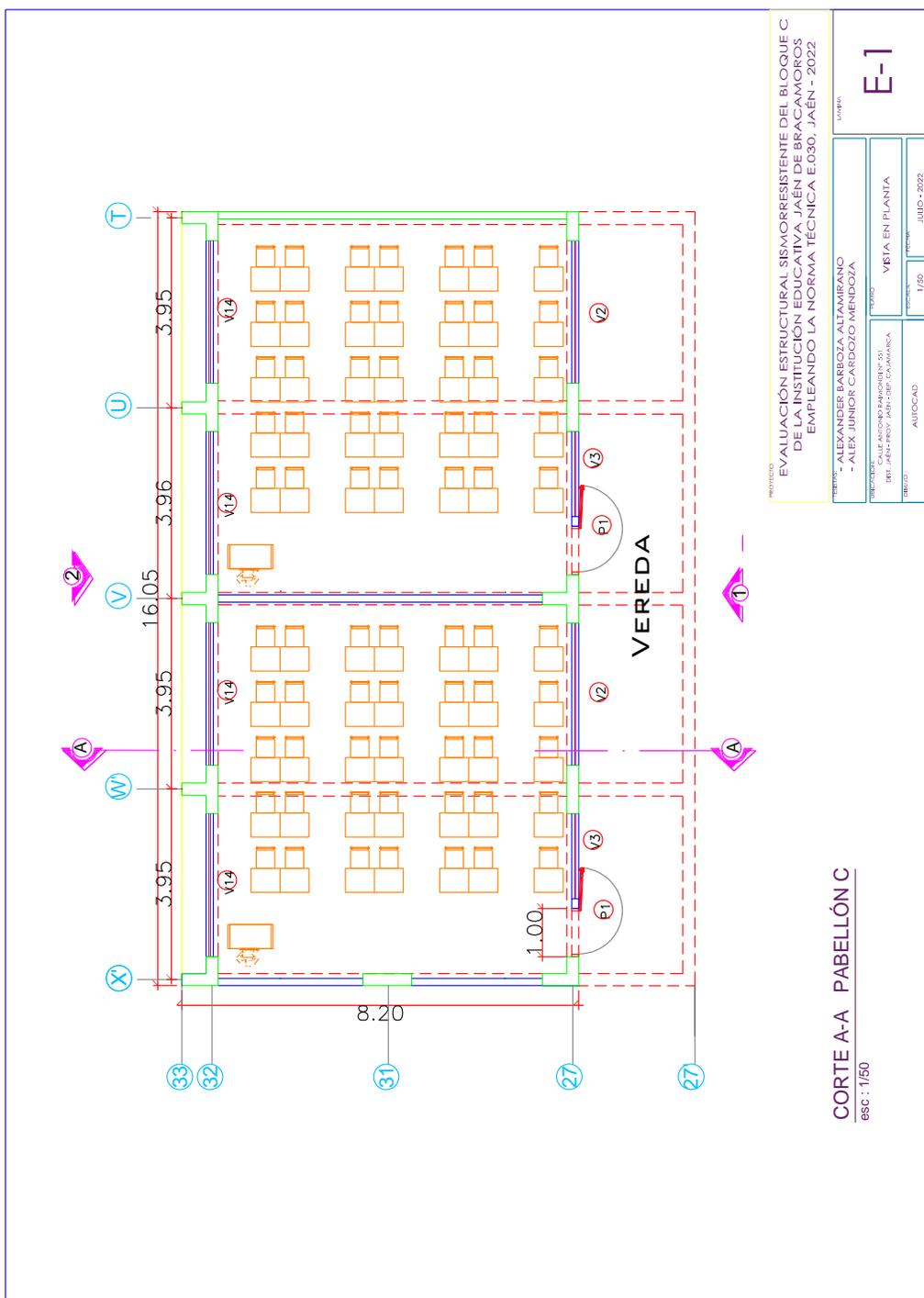
esc : 1/50

EVALUACIÓN ESTRUCTURAL SISMORRESISTENTE DEL BLOQUE C DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA JAÉN DE BRACAMOROS EMPLEANDO LA NORMA TÉCNICA E.030, JAÉN - 2022			
AUTOR: - ALEXANDER BARBOZA ALTAMIRANO - ALEX JUNIOR CARDOZO MENDOZA		LÁMINA	
UBICACIÓN: CALLE ANTONIO RAMÓN Nº 551 DPT. JAÉN - PROV. JAÉN - DEP. CAJAMARCA		PLANO: ELEVACIÓN 1	
BRUJO: AUTOCAD		ESCALA: 1/50	FECHA: JULIO - 2022
			E-1

Alexander Barboza Altamirano
 DNI: 74054227
 Autor

Alex Junior Cardozo Mendoza
 DNI: 73108883
 Autor

Ing. Mg. José Luis Piedra Tineo
 DNI: 45376157
 Asesor



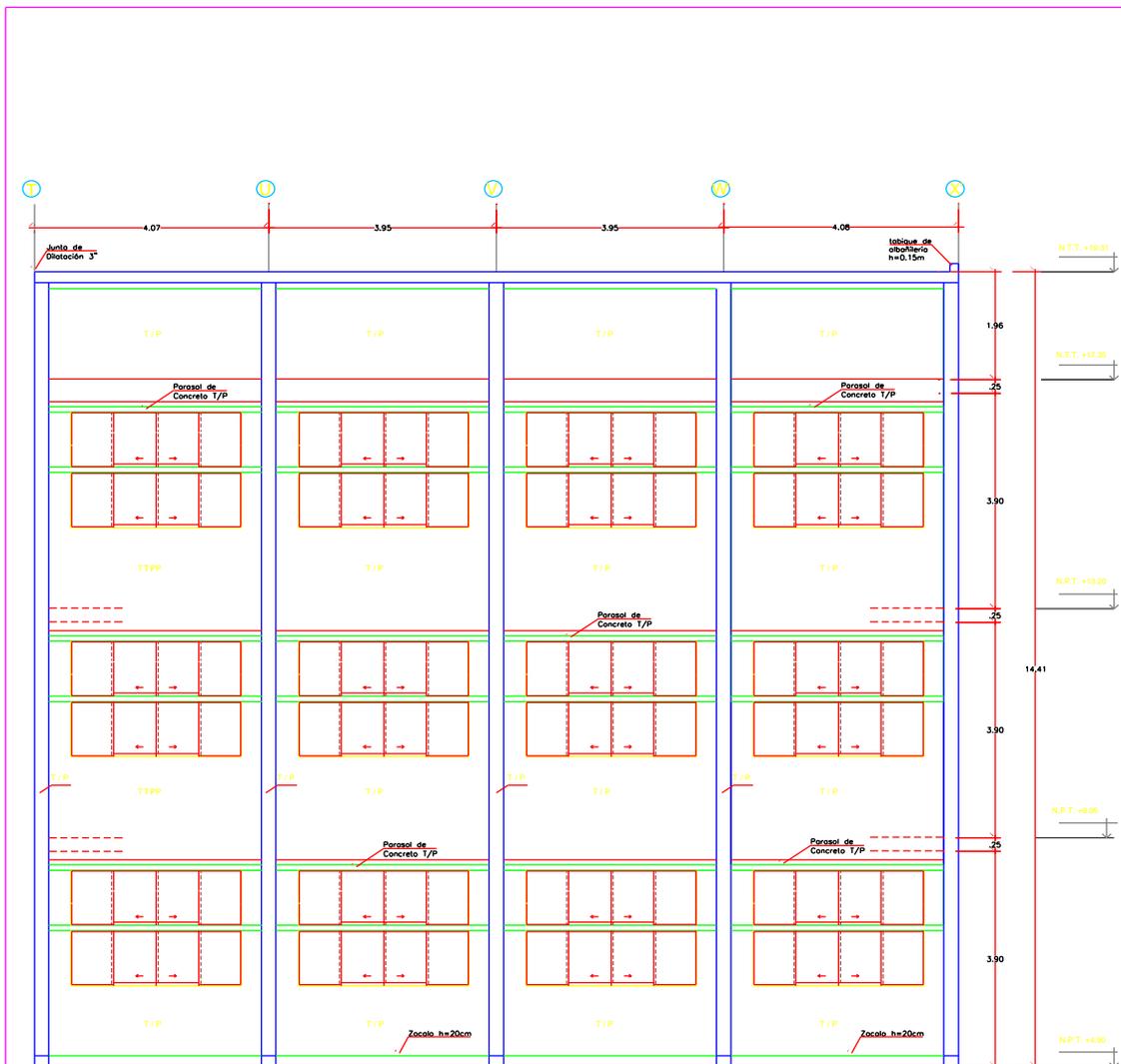
PROYECTO EVALUACIÓN ESTRUCTURAL SISMORRESISTENTE DEL BLOQUE C DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA JAÉN DE BRACAMOROS EMPLEANDO LA NORMA TÉCNICA E.030. JAÉN - 2022		LIBRO E-1	
AUTOR ALEXANDER BARBOZA ALTAMIRANO - ALEX JUNIOR CARDOZO MENDOZA		FECHA JULIO - 2022	
PROYECTO VERA EN PLANTA		ESCALA 1:50	
PROYECTISTA ING. JOSÉ LUIS PIEDRA TINEO		AUTOCAD	

CORTE A-A PABELLÓN C
esc : 1/50

Alexander Barboza Altamirano
DNI: 74054227
Autor

Alex Junior Cardozo Mendoza
DNI: 73108883
Autor

Ing. Mg. José Luis Piedra Tineo
DNI: 45376157
Asesor



ELEVACION 2 - PABELLON C

esc : 1/50

EVALUACIÓN ESTRUCTURAL SISMORRESISTENTE DEL BLOQUE C DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA JAÉN DE BRACAMOROS EMPLEANDO LA NORMA TÉCNICA E.030, JAÉN - 2022

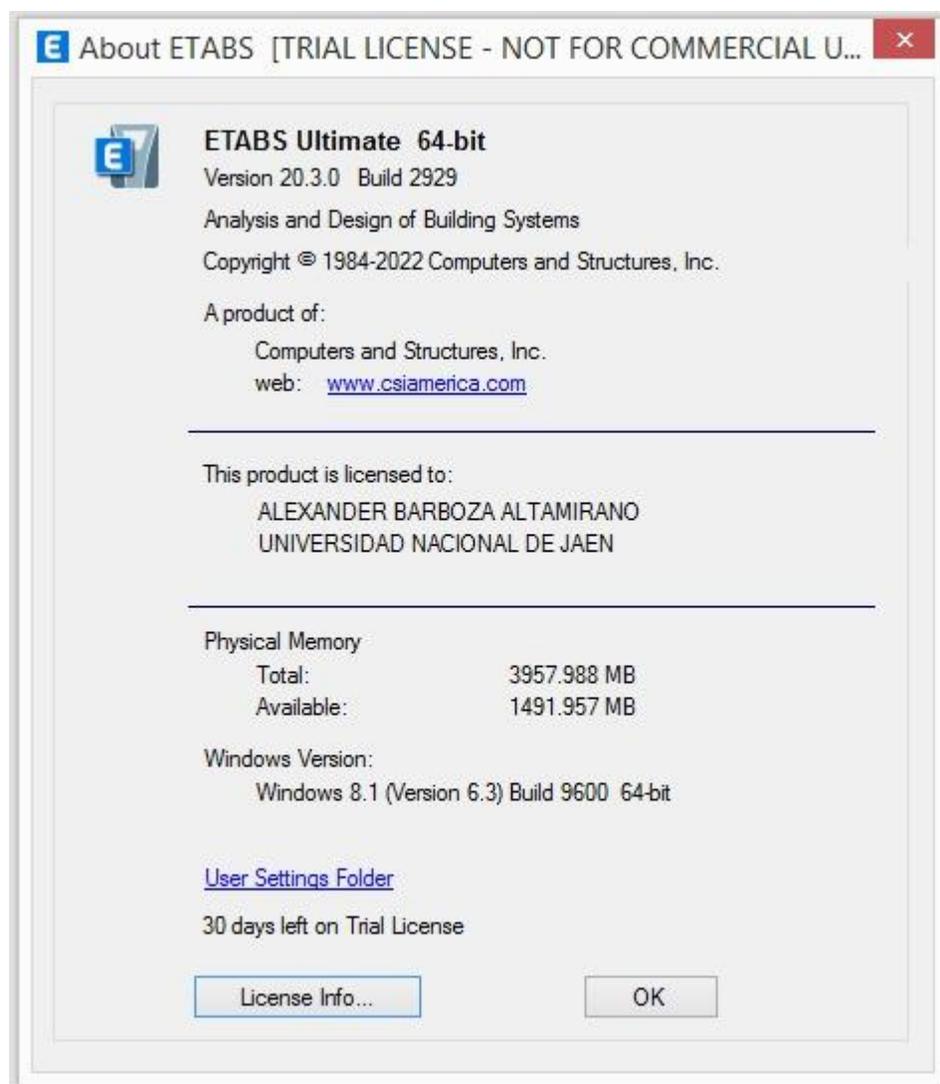
AUTOR: - ALEXANDER BARBOZA ALTAMIRANO - ALEX JUNIOR CARDOZO MENDOZA		LAVABIA
UBICACIÓN: CALLE ANTONIO RAMBORDI N° 551 DEL JAÉN - PROV. JAÉN - DEP. CAJAMARCA	PROYECTO: ELEVACIÓN 2	E-1
METODO: AUTOCAD	ESCALA: 1/50	
		FECHA: JULIO - 2022

Alexander Barboza Altamirano
DNI: 74054227
Autor

Alex Junior Cardozo Mendoza
DNI: 73108883
Autor

Ing. Mg. José Luis Piedra Tineo
DNI: 45376157
Asesor

ANEXO 5: Licencia del software Etabs.



Alexander Barboza Altamirano
DNI: 74054227
Autor

Alex Junior Cardozo Mendoza
DNI: 73108883
Autor

Ing. Mg. José Luis Piedra Tineo
DNI: 45376157
Asesor

27/10/22, 10:19

Correo de UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN - CSI | Descarga de prueba de ETABS



ALEXANDER BARBOZA ALTAMIRANO
<alexander.barboza@est.unj.edu.pe>

CSI | Descarga de prueba de ETABS

Computers and Structures, Inc. <sales@csi.com>

27 de octubre de 2022, 10:04

Responder a: "Computers and Structures, Inc." <messages.4073735.37596419.1485a9d5e3@4073735.email.netsuite.com>

Para: alexander.barboza@est.unj.edu.pe

Estimado Alexander Barboza Altamirano,

Gracias por solicitar una versión de prueba de ETABS.

Condiciones de prueba

- La versión de prueba es solo para fines de evaluación y no se puede utilizar con fines comerciales.
- El uso de la versión de prueba está limitado a una sola máquina.
- El uso de la versión de prueba está limitado a 30 días, después de los cuales debe adquirir una licencia estándar de CSI para continuar usando el software, ya sea en la misma máquina o en una diferente.

Instrucciones

- Descargue el Instalador desde el siguiente enlace.
- Ejecute el Instalador descargado en la máquina que planea usar para evaluar ETABS.
- Cuando esté listo para comenzar su prueba, ejecute ETABS desde el acceso directo en su escritorio o desde el menú Inicio de Windows.
- Cuando se le solicite una clave de activación, ingrese la clave de activación de prueba que se muestra a continuación.
- ETABS ahora se ejecutará en modo de prueba.
- Puede seleccionar Continuar cada vez que ejecute ETABS hasta el final del período de prueba.

La prueba de 30 días comienza la primera vez que ejecuta ETABS, ya sea que ingrese su clave de activación o no, así que espere hasta que tenga tiempo para evaluar correctamente el software antes de iniciar ETABS.

Enlace de descarga: [Prueba de ETABS](#)

DETALLES DE REGISTRO DE LA PRUEBA DE ETABS

Clave de activación de prueba	PRUEBA-CE4D1611C964464085E60DF784
Duración de la prueba	30 días

Si tiene preguntas sobre ETABS o para obtener una licencia estándar, comuníquese con el [departamento de ventas de CSI](#) o con su [socio de canal de CSI](#) local.

Gracias por su interés en los productos CSI.

Computadores y Estructuras, Inc.

Computadoras y Estructuras, Inc. | [1545 N. California Blvd, Walnut Creek, CA 94596 EE. UU.](#) | [www.csi.com](#)

ER-21993

Alexander Barboza Altamirano
DNI: 74054227
Autor

Alex Junior Cardozo Mendoza
DNI: 73108883
Autor

Ing. Mg. José Luis Piedra Tineo
DNI: 45376157
Asesor